This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Studien

zur Geschichte

der

mathematischen und physikalischen

Geographie

von

Dr. Siegmund Günther,

Kgl. bayr. Gymnasialprofessor, Mitglied der Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher, corr. M. d. kgl. Gesellschaft zu Prag und der Akademie zu Padua.

Mit 51 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Halle a/S.

Verlag von Louis Nebert.

1879.

201. e. 215.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

Seinem lieben Freunde,

Herrn Professor Dr. **Johannes Frischauf** in Graz,

dessen Anregung diese Sammlung in erster Linie
ihr Dasein verdankt,

widmet dieselbe nach nunmehr erfolgtem Abschlusse

in gewohnter Verehrung

Der Verfasser.

Vorwort.

Nachdem das von dem Unterzeichneten vor drei Jahren begonnene Unternehmen der „Studien zur Geschichte der mathematischen und physikalischen Geographie“ mit dem 6. Hefte seinen programmgemässen Abschluss gefunden hat, erschien es angezeigt, die einzelnen Abtheilungen in einen Gesammtband zu vereinigen. Freilich liegt hiebei die Gefahr nahe, dass der etwas bunte Inhalt der Bestandtheile nunmehr stärker hervortrete, als es früher bei einer Reihe isolirter Monographieen der Fall war. Allein der Verfasser hofft gerade auf diesem Wege zur Durchführung der schon mehrfach von ihm ausgesprochenen Ansicht beitragen zu können, dass nur durch Beschaffung und sorgfältige Bearbeitung solcher Bausteine für die Aufführung eines umfassenden Gebäudes die nöthige Unterlage gewonnen werden könne.

Berlin.

Dr. Siegm. Günther.

Inhalt.

	Seite
Die Lehre von der Erdrundung und Erdbewegung im Mittelalter	
1. bei den Occidentalen	1 — 56
2. bei den Arabern	57 — 93
3. bei den Hebräern	94 — 128
Aeltere und neuere Hypothesen über die chronische Versetzung des Erdschwerpunktes durch Wassermassen . .	129 — 216
Analyse einiger kosmographischer Codices der Münchener Hof- und Staatsbibliothek	217 — 276
Johann Werner aus Nürnberg und seine Beziehungen zur mathematischen und physischen Erdkunde	277 — 332
Geschichte der loxodromischen Curve	333 — 408

Die Lehre

von der

Erdrundung und Erdbewegung

im Mittelalter

bei den Occidentalen

von

Dr. Siegm. Günther,

Kgl. bayr. Gymnasialprofessor, Mitglied der Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher.

Halle a/S.

Verlag von Louis Nebert.

1877.

Vorwort.

Mit diesem Hefte soll der Anfang zu einer Reihe zwanglos fortlaufender Abhandlungen gemacht werden, welche es mit der geschichtlichen Behandlung gewisser Hauptprobleme der exakten (mathematisch-physikalischen) Erdkunde zu thun haben. Die beiden ersten Abtheilungen, welche nur aus rein äusserlichen Gründen gesondert publicirt werden, verfolgen den speziellen Zweck, den Entwickelungsgang der beiden Fundamentalwahrheiten, als welche wir wohl Kugelgestalt und Bewegungsmodus unseres Erdplaneten bezeichnen dürfen, im Verlaufe des sogenannten Mittelalters darzulegen und so eine partielle Fortführung der berühmten Untersuchungen Schiaparelli's zu ermöglichen. Vorläufig beschränken wir uns auf das christliche Abendland; das zweite Heft wird denjenigen Völkern sich widmen müssen, welche betreffs der Conservirung und theilweisen Weiterbildung älteren Wissens die Mittler-Rolle spielten — den Arabern und Juden.

Herrn Professor Favaro in Padua, dem der Verf. eine für seine Tendenzen wichtige Mittheilung verdankte, sagt derselbe an dieser Stelle seinen verbindlichen Freundes-Dank.

Ansbach, im Januar 1877.

Dr. S. Günther.

I. Occidentalen.

§ 1. Dieser erste Abschnitt, welcher die Entstehung und Entwickelung der richtigen Anschauungen über die Erde als Weltkörper zu schildern hat, soweit hierbei das Abendland in Betracht kommt, steht mit den beiden nachfolgenden der Sache nach kaum in irgendwelcher Verbindung. Den christlichen Gelehrten, mit welchen wir es hier zu thun haben, fehlte es ja nur zu sehr an jeder Fühlung mit den Leistungen ihrer semitischen Zeitgenossen und Vorläufer, und selbst das wenige, was allenfalls von letzteren auf erstere übergieng, beschränkte sich exclusiv auf das philosophisch-dogmatische Gebiet. Es wird sich sonach hier die Erzählung so ziemlich unabhängig zu gestalten haben, wir werden zeigen müssen, wie vollständig im frühen Mittelalter sogar die altgriechische Vorstellung von einer kugelförmigen Erde verschwunden oder doch wenigstens von dem Unkraut einer mystischen Gedankenrichtung überwuchert war, wie dann nur langsam das erwachende Studium der Antike auch auf diesem Felde Besserung brachte, und wie endlich später in einzelnen ungewöhnlich hellen Köpfen sogar die Idee einer Bewegung unseres Erdkörpers — freilich noch oft in sehr wunderlicher Form — sich Bahn zu brechen wusste. Es wird sich dabei für uns in erster Linie darum handeln, gewisse irrige historische Auffassungen, wie sie sich in älteren Werken ausgesprochen finden, als nichtig darzuthun, wobei wir uns natürlich der gründlichen Durchsuchung gewisser Hauptwerke nicht werden entschlagen können. Dass überhaupt in diesem ersten Theile unserer Untersuchungen die Ergebnisse häufig negativer Natur sein werden, war von vornherein wohl zu erwarten und kann der Berechtigung, welche wir für unsere kritische

Aufgabe in Anspruch nehmen, schwerlich Abbruch thun; immerhin stossen wir vielleicht auch hier auf direkte Thatsachen, welche vorher nicht oder doch wenigstens nicht so entschieden als für den Gesammtfortschritt der Wissenschaft bedeutsam anerkannt waren. Den Begriff des Mittelalters müssen wir hier allerdings etwas anders präcisiren, als in den beiden künftigen Kapiteln, denn während in deren ersterem als äusserster Terminus a quo die Regierungszeit des Kalifen *Al-Mamun* genommen werden konnte, musste die Darstellung im zweiten, wo ja noch keine abgeschlossenen Vorlagen zu berücksichtigen waren, naturgemäss in ein viel höheres Alter zurückgreifen. Hier jedoch stehen wir keineswegs auf einem vorher uncultivirten Boden, wir haben vielmehr die Verpflichtung, den Gang unserer eigenen Studien an denjenigen *Schiaparelli's* anzuschliessen, der in seinem von uns so viel genannten Werke die römischen Schriftsteller der nachchristlichen Zeit, wie *Macrobius*, *Marcianus Capella*, ebenfalls noch herangezogen hat. Natürlich wird sich ein fixer Zeitpunkt nicht wohl angeben lassen, so wenig sich die politische Geschichte bei ihrer Abgrenzung des Mittelalters vom Alterthum auf einen solchen allseitig adoptirten Anfangstermin beziehen kann. Wenn wir aber sagen, dass wir von dem Zeitpunkt des totalen Darniederliegens der Naturforschung, von der Zeit der kirchenväterlichen Omnipotenz unseren Ausgang nehmen, so werden wir wohl für Jedermann verständlich die Periode nach Oben abgegrenzt haben, mit deren Durchforschung wir uns im Folgenden beschäftigen wollen. Die untere Grenze bestimmt sich um so leichter durch Einen Namen, der ebenso wie in der Geschichte der Wissenschaft so auch in der Universalhistorie am Scheidepunkte zweier Zeiträume steht — durch den unseres *Nicolaus Copernicus*.

§ 2. Die Geographie und Kosmologie dieser ersten Epoche, welche uns des Erfreulichen bekanntermassen so gut wie gar nichts bietet, können wir recht gut mit *Draper* als die patristische bezeichnen. „In der patristischen Geographie", sagt dieser verdienstvolle Culturhistoriker 1), „ist die Erde eine ebene, von den Wassern des Meeres eingefasste Fläche, auf deren gewährender Stütze der krystallene Dom des Himmels ruht. Die Kugelgestalt war von Vätern, wie von *Lactantius* und *Augustin*, verdammt worden. Diese Lehren wurden zum grössten Theil durch Stellen aus der heiligen Schrift gestützt, deren eigentlicher Sinn wunder-

lich verdreht war. So fertigte *Kosmas Indicopleustes,* dessen patristische Geographie fast achthundert Jahre eine Autorität gewesen war, die Kugelform der Erde unwiderleglich damit ab, dass er die Vertheidiger derselben fragte, wie am Tage des Gerichts die Menschen auf der andern Seite einer Kugel den Herrn durch die Lüfte herabfahren sehen könnten?"

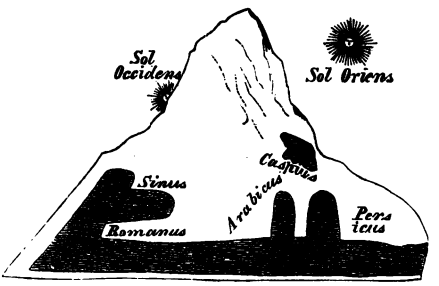
Mit diesen Worten ist in der That der Allgemeincharakter jener zum unbedeutenden Anhängsel einer abenteuerlichen Theosophie erniedrigten Erd- und Weltkunde zur Genüge gekennzeichnet. Vom heiligen *Augustin,* den wir als einen für jene Zeit immerhin gelehrten 2) und dabei verhältnissmässig freisinnigen Mann uns zu denken haben, mag dies einigermassen befremden *); dass der grosse Stylist *Lactantius*, über dessen Auffassung des Wissens im Verhältniss zum Glauben die Kirchengeschichte sonderbare Dinge berichtet, den Himmel als ein über der Erde ausgespanntes Zelt 5) definirt und die Kugelgestalt ausdrücklich negirt hat, wird uns hiernach schon weit weniger Wunder nehmen können. Konnte doch sogar der fromme und in kirchlichen Dingen gewiss autoritätsgläubige *Copernicus* 6) nicht umhin, den grossen Apologeten als einen „recht kindischen Schwätzer" (*ματαιολόγος*) der Beachtung unwerth zu erklären, weil er diejenigen verspotte, welche die Erde für rund hielten. Ja auch der berühmte Polyhistor *Isidorus Hispalensis,* der seinen Coäven ein Mathematiker ersten Ranges war, freilich aber auch in jeder Zeile den tiefen Stand wissenschaftlicher Bildung von damals bekundet 7), auch er dürfte 8) betreffs der Sphäricität der Erde zum mindesten sehr schwankende Ansichten gehabt haben.

Jener schon erwähnte Indienfahrer *Kosmas* brachte das, was religiöser Obscurantismus sich zurecht gelegt hatte, mit seinen

*) Wir dürfen jedoch auch nicht unerwähnt lassen, dass *Augustin's* Stellung zu dieser Sache bei weitem keine so absprechende war, sondern dass er sich — die wissenschaftliche Frage halb und halb dahingestellt lassend — mehr mit den theologischen Folgen beschäftigt, welche eine kugelförmige Erde nach sich ziehen werde. Indem er auch für diesen Fall das Fortbestehen des göttlichen Heilsplanes erörtert und als nothwendig nachweist, stellt er sich strenge genommen auf einen ganz correkten Standpunkt. Ja er hält es sogar für möglich, dass jene letztere Annahme sich erweisen lasse: „Si aliqua ratione monstretur" 3). *Peschel* 4) ist hier viel genauer wie *Draper.*

eigenen Reise-Erfahrungen zusammen in ein System, welches an Sonderbarkeit und Nichtübereinstimmung mit den faktischen Verhältnissen wohl alle älteren und neueren Kosmologieen übertrifft. Ursprünglich sollen nach *Peschel's* 9) Angabe der Chaldäer *Patricius* und dessen Schüler *Thomas* von Edessa zuerst auf ähnliche Ideen verfallen sein, allein *Kosmas* mag von dem, was ihn Autopsie erkennen liess, noch Vieles hinzugethan haben. Hören wir, wie der Geschichtsschreiber der Erdkunde, welcher uns in dieser frühesten Periode als zuverlässigster Führer dienen muss, jenes wunderliche Lehrgebäude uns schildert 10): „Engel, so nahmen sie an, trugen die Gestirne am Himmel durch ihre Kreisläufe und besorgten den Wechsel von Tag und Nacht, sowie den Eintritt von Sonnen- und Mondverfinsterungen. Die Erde verlor durch ihre Lehre die Kugelform: aus einer vom Ocean rings umflossenen viereckigen Fläche schwoll sie glockenähnlich auf. Die Sonne gieng in dieser Welt nie unter, sondern beständig nur um die Wölbung der Erdveste herum. Ueber der Veste, dem Ocean und den Gestirnen, alles fest verschliessend, ruhte das krystallne Firmament.*)" Wir geben in Fig. 1 dieses phantastische Weltbild einer denkunfähigen

Fig. 1.



*) Jenes verzweifelte gläubigen Gemüthern aber vielleicht recht sympathische Auskunftsmittel, den Gang der Himmelskörper direkt durch überirdische Wesen besorgen zu lassen, macht zwar auf den ersten Blick einen eminent „christlichen" Eindruck, und *Peschel* scheint Allem nach auch nicht daran gezweifelt zu haben, dass man es hier mit einer Ausgeburt alexandrinischer Glaubensbornirtheit zu thun habe. Freilich konnte er auch von den merkwürdigen Aufschlüssen, welche uns seitdem

Zeit getreulich nach *Montfaucon* und *Peschel* wieder; es trägt in einer Weise, wie sie prägnanter kaum gedacht werden kann, die Signatur des Jahrhunderts, in welchem der Sieg des byzantinischen Hofchristenthums über eine idealere Weltauffassung als vollendet gelten kann.

Auch andere Kosmographen jener Uebergangszeit behaupten noch einen primitiven Standpunkt, so z. B. *Aethicus* und der Anonymus von Ravenna, deren Werke uns resp. durch *Pinder-Parthey* 15) und *Wuttke* 16) zugänglich gemacht worden sind. Ja Ersterer bekundet sogar noch ein weit grösseres Deficit von logischer Bildung, als *Kosmas*, denn während bei diesem für das Verschwinden der Sonne am Westhimmel doch wenigstens ein bestimmter physikalischer Grund (die Rundung des Erdhügels) angeführt wird, lässt *Aethicus* die Sonnenscheibe (mensa solis) den Weg des Tages in entgegengesetzter Richtung nächtlich zurücklegen — indem ein dichter Nebelschleier sie alsdann den Blicken der Erdbewohner entzieht 17).

§ 3. Auffällig muss es erscheinen, dass in neueren Geschichtswerken des Mannes so gut wie gar nicht gedacht wird, welcher als der Erste an der Tradition der Väter zu rütteln wagte. Selbst *Peschel* nennt an keiner Stelle den Namen des Bischofs *Virgilius* von Juvavo, des kühnen Gegners des römischen Stuhles. Wir gestehen allerdings bereitwillig zu, dass es an Quellenmaterial zur Erkundung dieser Persönlichkeit nahezu gänzlich mangelt, und uns wenigstens ist in keinem uns bekannt gewordenen Schriftstück ein directer Beweis dafür vor die Augen gekommen, dass *Virgil* wirklich die Kugelgestalt der Erde behauptet und sich deshalb von Seite des Papstes *Zacharias* und seines Plenipotentiärs

der Spüreifer unserer mathematischen Orientalisten zugebracht hat, noch keine Kenntniss besitzen; diese machen es aber zur Gewissheit, dass dieser Gedankenkreis kein neugriechischer, sondern vielmehr ein orientalischer, ein indischer ist. Das astronomische Hauptwerk dieses Volkes, die Sûrya Sidthânda, denkt sich die Sternbewegungen ganz ähnlich durch eine unmittelbarbeigegebene Intelligenz regulirt, eine Thatsache, deren eigenthümlichen Charakter zuerst *Schiaparelli* 11) hervorgehoben hat. Andererseits freilich verrathen diese indischen Theorieen wiederum eine ganz auffallende Verwandtschaft mit gewissen althellenischen, insbesondere platonischen Vorstellungen 12). Diese einen bemerkenswerthen Kreislauf der Ideen signalisirende Aehnlichkeit ist gleichzeitig von *M. Cantor* 13) und dem Verf. 14) bemerkt worden.

in Deutschland, des heiligen *Bonifacius*, Massregelungen zugezogen habe. *Poggendorff* 18) führt eine Leipziger Inauguraldissertation über dieses Thema an 19), welche indess wohl nur den Wenigsten zugänglich sein dürfte; uns selbst ist es in Verfolgung einer allerdings sehr unbestimmt gehaltenen Notiz des *Jöcher*'schen Gelehrtenlexikons gelungen, einen direkten Beleg ausfindig zu machen. Das ungeheure Sammelwerk des *Calvisius* 20) enthält auch einen Abschnitt, welcher Aufzeichnungen aus dem Erzstift Salzburg enthält und mit genauester Quellenangabe, soweit solche möglich, Dokumente aus den allerältesten Zeiten uns vorlegt. In dieser Abtheilung (De monumentis Salisburgensibus adnotatio) bemerken wir denn auch nachstehendes Sendschreiben des Papstes an seinen Statthalter: „Reverendissimo fratri *Bonifacio Zacharias*", und in diesem heisst es 21): „Postrema denique erat dissidii causa perversa et iniqua doctrina, qua in Deum et animam peccabat Virgilius, cum doceret Antipodas. Asserebat ille esse homines, qui adversam mundi plagam et alteram hemisphaeram habitarent." Dieser Passus berechtigt uns entschieden, den freidenkenden Bischof *Virgilius* als den ersten abendländischen Gelehrten zu proklamiren, der über die kosmische Stellung der Erde — sei es nun durch Lektüre alter Autoren belehrt, sei es durch selbstständiges Nachdenken — richtigere Anschauungen zu verbreiten sich bestrebte. Dass ihm auch anderweite Häresieen vorgeworfen wurden, ergiebt sich aus jenem Instructionsschreiben, aus dem wir eben nur die für uns erforderliche Stelle ausgezogen haben; kurz, der ganze Mann tritt uns als ein Revolutionär im besten Sinne des Wortes entgegen und mag in vielen Beziehungen dem Volk so imponirt haben, dass seinem Namen der unbestimmte Beigeschmack des Aussergewöhnlichen, Mystischen verblieb. Es erscheint die Vermuthung nicht ungerechtfertigt, dass der Nimbus, welcher durch das ganze Mittelalter von dem Namen *Virgilius* unzertrennlich blieb und besonders augenscheinlich in *Dante*'s grosser Dichtung hervortritt, auf einer partiellen Verwechselung des oppositionellen Kirchenfürsten aus *Pipin*'s Zeit mit dem altrömischen *Vergil* beruhte.

§ 4. Dass freilich dieser erste Fall richtigerer Anschauung vorerst isolirt blieb und keine unmittelbaren Nachwirkungen einleitete, wird uns ebensowenig wundern können, als die weitere Wahrnehmung, dass doch immer wieder aus dem Schosse der

Kirche heraus neue Ansätze zur Reform erfolgen mussten. „Jede Kirche", bemerkt *Peschel* 22) sehr richtig, „wird durch das Bedürfniss genauer Zeiteintheilung und eines geordneten Kalenders früher oder später zur Beobachtung astronomischer Vorgänge und zur Ergründung mathematischer Wahrheiten genöthigt. So feierte denn auch unsere Wissenschaft im Schosse der Kirche sehr bald wieder ihre Auferstehung." *Beda Venerabilis* 23) steht bereits ganz auf ptolemäischem Boden, in dessen Wiederfindung wir ja für damals einen ungeheuren Fortschritt erkennen müssen, und bekennt sich demzufolge auch unumwunden zur Kugelform der Erde. Ob es aber bei der unsäglichen Schwierigkeit, mit welcher der Bücherverkehr jener Epoche zu kämpfen hatte, den Werken des englischen Aufklärers anders als nach langer Zeit erst gelang, auch auf dem Kontinent Licht zu verbreiten *), dürfen wir füglich stark in Zweifel ziehen. Spätere Autoren der karolingischen Periode wenigstens zeigen sich noch tief in den überkommenen Vorurtheilen befangen, und der Fuld'sche Abt *Rhabanus Maurus* z. B. weiss nicht recht 26), wie er die Erscheinung des kreisförmigen Horizontes mit der von ihm als viereckig vorausgesetzten Gestalt der Erde in Uebereinstimmung bringen soll.**) Und auch die sogenannten Radkarten des neunten und zehnten Jahrhunderts, auf welchen in rührender Harmonie Jerusalem als Centrum der — ganz in homerischer Weise — vom Oceanus umschlungenen „Welt" er-

*) Dass selbst am Hofe *Karl's* des Grossen, der doch als Brennpunkt damaligen Geisteslebens gelten muss, die Kalenderregulirung nicht nach den vervollkommneten Regeln *Beda's*, sondern lediglich nach älteren Normen vorgenommen wurde, lässt sich wenigstens für die erste Hälfte seiner Regierungszeit constatiren. Das Louvre-Museum verwahrt ein Kalendarium, welches im Jahre 781 von *Godesscale* für den Kaiser angefertigt ward. Einer Nachricht zufolge, welche *Heis* 24) über dieses hochinteressante Schriftdenkmal uns zukommen lässt, sind sowohl die vier Cardinaltage des Jahres, als auch die Anfangstage der vier Jahreszeiten nicht nach *Beda*, sondern nach *Isidor* von Sevilla angesetzt. Im späteren Leben seines Herren hat vielleicht *Alcuin* auch diese Leistungen seines Landsmannes *Beda* in die Oeffentlichkeit gebracht; für andere ist das so gut wie sicher 25).

**) Dass den gelehrten Mönchen Britanniens Manches gegenwärtig geblieben war, was ihren Genossen jenseit des Kanales fehlte, beweist das Beispiel *Dicuil's* 27), eines Irländers, der um 825 sein geographisches Werk schrieb und sich dabei wenigstens nicht gegen die Sphaericität ausspricht.

scheint, lassen trotz ihrer Unvollkommenheit deutlich erkennen, dass eine eigentliche Projektion des erhabenen Erdkörpers auf die Zeichnungsebene nicht nur nicht versucht, sondern gar nicht als erforderlich betrachtet wurde. In gewissem Sinne können wir in dieser Rückkehr zu den ältesten sinnlich-naiven Anschauungen sogar eine Verschlechterung im Verhältniss zu *Kosmas Alexandrinus* erblicken.

Einen entschiedenen Aufschwung hingegen dokumentirt das zehnte und elfte Jahrhundert, wo ja immerhin der häufiger werdende Verkehr mit byzantinischem und spanisch-maurischem Wissen neue Gesichtspunkte entstehen liess und vor allem Andern auch den geographischen Gesichtskreis wesentlich erweiterte. Als einen der kenntnissreichsten und umsichtigsten Geographen rühmt *Peschel* 28) den *Adam von Bremen,* dessen Werk *Pertz* in seine Sammlung der „Gesta Hammaburgensia" aufgenommen hat. Er kannte die spätrömischen Autoren sowohl der heidnischen als der christlichen Zeit 29), hatte wohl auch durch Seefahrer oder Selbstanschauung Kenntniss von dem Verhältniss des Sonnenstandes zur geographischen Breite und wurde auf diese Weise zu einer correcten Darstellung des scheinbaren Umlaufes der Sonne um die als kugelförmig vorausgesetzte Erde geführt, wie diess seiner Zeit auch bei *Pytheas* von Massilien der Fall gewesen war. Vom Standpunkte der induktiven Naturforschung aus hat sich hier ersichtlich ein tiefgreifender Fortschritt vollzogen, denn etwas ganz Anderes ist es, philosophisch die für oder gegen die Globosität der Erde gültigen Gründe abzuwägen und sich für die eine oder andere Lehrmeinung zu entscheiden, oder aber die theilweise verwickelten Phänomene der sogenannten Spaera obliqua direct mit dieser Kugelgestalt in Verbindung zu bringen. Letzteres that *Adam,* während wir bei *Virgilius* doch wohl weiter nichts als metaphysische Reflexionen erwarten dürfen, und so hat sich immerhin selbst in diesem Zeitalter der Stagnation im Laufe dreier Jahrhunderte der Stand des Naturerkennens beträchtlich gehoben.

Einen weiteren unwiderleglichen Beleg dafür, dass sich im Stillen und in der Einsamkeit der Klöster gesundere Ansichten über die körperliche Form des Centralkörpers Bahn brachen, liefert die allmälige Umbildung der oben erwähnten Radkarten zu wirklichen Erdkarten. Während die Ersteren nichts anderes sein wollten, als eine directe Abzeichnung des bewohnten Erdkreises

nach verkleinertem Massstabe, begegnen wir bereits im Beginn des elften Säculums directen Versuchen, die gekrümmte Fläche zu projiciren. Die Fachhistoriker scheinen diesen Umgestaltungsprozess kaum wahrgenommen zu haben, und in der That würde auch nur ein planmässiges Studium der zahlreich im Manuscript vorkommenden „Kosmographieen" des späteren Mittelalters hinlängliches Material zur richtigen Erkenntniss jenes Factums ergeben können. Unsere Aufgabe kann es nicht sein, die hier angedeutete Ergänzung unserer Geschichtswerke selbst vorzunehmen, wohl aber sei angeführt, dass eine in mathematischer Beziehung wichtige Handschrift der Münchener Sammlung, über welche wir an einem anderen Orte getreuen Bericht erstatteten 30), mit einer Erdkarte ausgestattet ist, welche bei allen Mängeln*), welche nun einmal der mathematischen Geographie der Zeit anhafteten, doch ganz offenkundig das plane Bild einer kugelförmigen, in Zonen abgetheilten Erde darstellen will. — Wir erkennen in diesen Versuchen den Keim jener sogenannten Kompasskarten eines *Marino Sanuto***) und *Andalò di Negro* 34), welche ja auch noch in ihrem Bestreben, die ganze bekannte Ländergruppe in Eine

*) Als solche Mängel betrachten wir einerseits die irrige Vorstellung von der minimalen Kleinheit des Raumes, welchen man sich als bewohnt dachte, andererseits den fundamentalen und schliesslich doch nur in hyperphysischen Grübeleien wurzelnden Irrthum, dass die — damals allein als bekannt anzunehmende — Landmasse genau über 180 Längengrade sich ausbreite, ein Irrthum, dem bekanntlich *Dante* besonders im „Purgatorio" ausgiebigste Rechnung getragen hat 31). Wenn jedoch *Peschel* (a. a. O.) mit Bezug auf den jenen Landcomplex symmetrisch durchschneidenden Meridian von Arin die Bemerkung macht, „übrigens kannte man im christlichen Europa keine nach dem Meridian von Arin berechneten Tafeln", so hat er nicht ganz Recht. Die Italiener allerdings und Deutschen nahmen von der ausschliesslich für die Bedürfnisse des Morgenlandes berechneten Ordinatenaxe keine Notiz, wohl aber mussten es diejenigen Europäer thun, welche in ihrem ganzen Bildungsgange auf die Aneignung arabisch-persischer Wissens-Elemente angewiesen waren: die Byzantiner. Und dass die Astronomen dieses Volkes ihre astronomischen Tabellen zum Theil auf jenen oder doch auf einen naheliegenden Mittagskreis bezogen haben, bezeugt uns *Usener's* monographische Darstellung der byzantinischen Sternkunde 32).

**) Wegen des kühnen handelspolitischen Planes des patriotischen Venetianers, welcher lebhaft an die Kontinentalsperre des ersten Napoleon gemahnen muss, vergleiche man auch die den Zusammenhang klarstellende Schilderung in *F. v. Raumer's* „Hohenstaufen" 33).

Hemisphäre (resp. in Ein „Rad“) hineinzuzwängen, häufig einen unerfreulichen Eindruck machen, den Fundamentalsatz der mathematischen Erdkunde aber doch immerhin zur nothwendigen und selbstverständlichen Voraussetzung haben.

§ 5. Dass auch die gelehrten Werke des Zeitabschnittes, in welchen wir solchergestalt vorgedrungen sind, die Lehre von der Erdsphäre in dogmatischer Ferm vorzutragen und daran weitere Erörterungen anzuknüpfen beginnen, ist mehr oder weniger bekannt. Papst *Sylvester* (*Gerbert*) war bereits mit dem Verfahren vertraut, die Grösse des Erdkörpers auszumessen 35). Unter allen Schriftwerken der Kreuzfahrerzeit ragt jedoch, soweit unsere Absichten in Betracht kommen, Eines hervor, welches als Anticipation unseres modernen Lehrverfahrens unsere höchste Aufmerksamkeit verdient, merkwürdigerweise aber bislang ganz unausgenützt geblieben zu sein scheint.

Das verdienstliche Unternehmen, die Schätze der Pariser Büchersammlungen in fortlaufenden Publikationen dem allgemeinen Gebrauch zugänglich zu machen, hat gleich beim ersten Anfang ein Manuscript des 13. Säculums zu Tage gefördert, welches recht deutlich ersehen lässt, wie tiefe Wurzeln die richtige Lehre vom Erdball bereits in dieser Zeit geschlagen hatte. Es ist eine kurze oberflächliche Zusammenstellung alles damals zugänglichen Wissens unter dem Titel „Bild der Welt“ 36). Der Verfasser, nach Ansicht des Herausgebers *Legrand d'Aussy* ein gewisser *Omons*, zeigt sich in der Mathematik bewandert und mit den wichtigsten griechischen Schriftstellern, einem *Aristoteles*, *Ptolemäus*, *Plato* etc. bekannt, so dass sein Opus eine für jene Epoche sehr respectable Summe von Wissen repräsentirt. Die Astronomie 37) ist, was man ja nur vollkommen billigen kann, streng auf den Boden des Almagestes gegründet; uns interessirt an dieser Stelle hauptsächlich seine Ansicht von der Erde. „La terre“, sagt er 38), „est enveloppée du ciel, ainsi que le jaune de l'oeuf l'est du blanc“ — eine Versinnlichung, auf welche wir in den beiden kommenden Kapiteln als den Orientalen besonders geläufig mehrfach hingewiesen werden. Dieser kosmologische Vergleich gehört noch zur Astronomie, während die Geographie 39) folgendermassen beginnt: „La terre se trouve placée au milieu du ciel, comme le point l'est au centre qu'a tracé le compas. Elle est ronde, de sorte qu'un homme qui partiroit d'un point quelconque de sa sur-

face, pourroit, s'il ne rencontroit pas d'obstacle, tourner tout autour, de même qu'un insecte qu'on verroit se promener sur la circonférence d'un fruit rond . . ." An diese ganz correcte Beschreibung des Erdrundes schliesst sich ein kleines Gedicht, dessen etwas schwer verständlichen Inhalt der Herausgeber paraphrasirt: „Tellement que quand il arriveroit au point qui est directement sur nous (qui correspond à celui où nous sommes placés), il croiroit que nous sommes sous lui, car il auroit les pieds tournés vers les nôtres, et la tête portée vers le ciel, de même que la nôtre l'est." Nun aber kommt der eigentlich wichtige Punkt, der Autor fährt fort: „Si c'étoient deux hommes à-la-fois qui partissent ainsi d'un point donné, et qu'ils s'avançassent, l'un vers l'orient, l'autres vers l'occident,

Si que andui egaument alassent,
Il comendroit qu'il s'encontrassent
Dessus le leu dont il se mûrent."

Das heisst also offenbar: Gehen zwei Personen von einem gewissen Punkte des Erde mit gleicher Geschwindigkeit nach entgegengesetzten Richtungen auseindander, so begegnen sie sich wieder in einem dem Ausgangspunkt diametral gegenüberliegenden Orte. Wenn *Legrand d'Aussy* hierzu die Bemerkung macht: „Voilà la sphéricité de la terre et les antipodes énoncés bien clairement", so haben wir dem nichts mehr beizufügen. Wohl aber mag noch bemerkt sein, dass *Omons* die Höhe der beträchtlichsten Gebirge als zum Radius des Erdballes ganz verschwindend taxiren zu müssen glaubt 40): „Les hauteurs ni les vallées n'ôtent rien à la terre de sa rondeur."

Das nämliche Jahrhundert, welchem das „imagine du monde" seine Entstehung dankt, sah auch den endgültigen Sieg der ptolemäischen Weltanschauung durch das Erscheinen des Werkchens von *Sacro Bosco* sich vollziehen. Die an sich nicht besonders werthvolle Compilation 41) des schottischen Geistlichen gewann sich gleichwohl durch ihre Kürze, Uebersichtlichkeit und stete Rücksichtnahme auf den computus ecclesiasticus bald ein so bedeutendes Publikum, dass Rückfälle in die kosmologischen Velleitäten der Kirchenväter von nun ab nur mehr als Ausnahmen zu verzeichnen sind. Die Doktrin von der Kugelgestalt des Erdkörpers stand wissenschaftlich fest.

§ 6. Dass gleichwohl die theoretisch kaum mehr angreifbare

Lehre häufig dann vergessen ward, wenn es galt, sich in der Praxis mit ihr auseinanderzusetzen, dass in solchen Fällen selbst kluge Männer gewaltig aus der Rolle fielen, das ist eine an sich natürliche Erscheinung. Fiel es doch jener Zeit ungleich schwieriger, als wir es uns heutzutage vorstellen können, mit dem sinnlichen Scheine sich richtig abzufinden, gehörte doch ein für uns schwer verständlicher Grad von Abstractionskraft dazu, so einfache Dinge, wie Gegenfüssler, wahrer und scheinbarer Horizont nicht nur zu glauben, sondern auch logisch zu beherrschen. Es wird deshalb zur Abrundung unserer Skizze sich verlohnen, wenigstens einen kurzen Paragraphen den Missverständnissen zu widmen, welche noch für lange Jahre die einfach-klare Sachlage trüben oder auch gänzlich verhüllen sollten.

Wenn heutzutage dem Anfänger das Wesen der kugelförmigen Erde begreiflich gemacht werden soll, so wird der kluge Lehrer vom Festlande für's Erste ganz absehen und sich einzig und allein auf die ausschliesslich vom Meere bedeckten Partieen beschränken. In der That scheint es uns viel einfacher, in der durchaus homogenen Oberfläche des Wassers die Rundung hervortreten zu sehen, als in der durch zahlreiche Hindernisse coupirten Fläche des Festlandes, welche ja nur in den allerseltensten Fällen den Horizontalkreis richtig erkennen lässt. Dem Mittelalter scheint es gerade umgekehrt gegangen zu sein: es konnte sich nur schwer von dem Gedanken loslösen, dass es einen absolut höchsten Punkt geben müsse, von dem aus alle Gewässer abwärts strömen würden. Zu *Dante*'s Zeiten hatte diese irrthümliche Auffassung es bereits zu einer Art von System gebracht, man dachte sich den Centralkörper des Universums gewissermassen aus zwei excentrischen Kugeln zusammengesetzt, aus einer Land- und einer Wassersphäre. Der grosse Dichter, der die Gelehrsamkeit seines Zeitalters wie kaum je ein Zweiter beherrschte und persönlich von den Verhältnissen, wie sie auf einer runden Erde obwalten müssen, die allerklarsten*) Vorstellungen besass, er verstand sich dazu, jenen Irr-

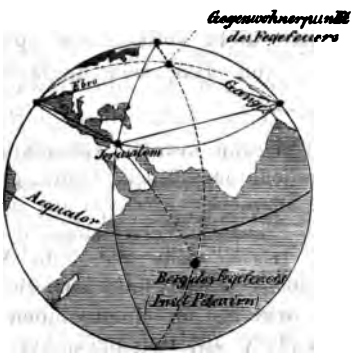
*) Dafür, dass *Dante* sich in die Wesenheit einer sphärischen Erde vollkommen hineingedacht hatte, sprechen u. a. folgende prägnante Stellen (wir beziehen uns bei Citaten auf die allgemein zugängliche Uebersetzung von *Witte*). Im 34. Gesang der „Hölle" ist erstlich 42) davon die Rede (Vers 77 ff.), dass vom Sitze Lucifer's aus der Weg nicht mehr niederwärts, sondern nur aufwärts genommen werden kann — eine Anticipation

lehren entgegenzutreten. Zu diesem Ende hielt er vor einem gewählten Auditorium Verona's einen Vortrag, der dann auch als „tractatus de aqua et terra" dem Drucke übergeben ward. Lange vergessen, erregte diese inhaltreiche Schrift die Aufmerksamkeit unseres *Peschel*, der einen seiner Schüler auf ihre wissenschaftliche Durcharbeitung hinwies. Derselbe hat diese Aufgabe in einer eigenen Monographie 46) glücklich gelöst; es wird darin gezeigt, wie richtige Ideen *Dante* von anscheinend complicirten physikalischen Gesetzen, z. B. vom spezifischen Gewichte, hegte. Man wird nicht leugnen können, dass die Polemik, welche er gegen die Verfechter einer abnormen Wasser-Anschwellung richtet, trotz mancher Unvollkommenheiten das Richtige trifft; indem er die mechanischen Folgen einer Schwerpunktsverschiedenheit der Wasser- und der Kontinentalmassen discutirt, gelangt er zu Ergebnissen, welche der Bearbeiter, *W. Schmidt* in Graz, nachstehend zusammenfasst 47): „Klar ist damit ausgesprochen, das Meeresniveau sei

---

des berühmten „Loches von *Maupertuis*". Vers 85 führt diese Idee weiter aus. Bemerkenswerth ist ferner die Lokalbeschreibung des Fegefeuerberges im zweiten Gesang des purgatorio, weil hier mit ganz richtigen Worten das Wesen des (wahren) Horizontes auseinandergesetzt ist 43): Der Ebro, die Stadt Jerusalem, der Ganges und der vom Prüfungsort der Seelen um 90° nach Norden abstehende Punkt bilden die Eckpunkte eines einem Parallelkreise der Erde eingeschriebenen Quadrates, wie in Fig. 2 zu sehen. Und eine concisere Beschreibung des jeden Punkt der Erde fixirenden Meridianes lässt sich kaum denken, als die ist, welche der Dichter im 104. Vers des 33. Gesanges vom „Fegefeuer" liefert 45):

Fig. 2.



„Und flammender und mit langsamren Schritten
Verweilte schon die Sonn' im Mittagskreise,
Der hin und her mit dem Beschauer wechselt."

Man sieht, *Dante* kennt nicht nur die Globosität, er versteht auch deren Consequenzen zu ziehen.

stets der Ausdruck der jeweilig auf dasselbe wirkenden Kräfte; stets wird die Meeresfläche, von geringen Störungen abgesehen, sich zum Schwerpunkt des Ganzen als dem Centrum anordnen.“ Solche Argumente konnten damals nur von einem ungewöhnlich klaren Kopfe vorgebracht werden; wie sich Leute von unfreierem Geiste dazu stellten, wird uns sofort deutlich werden, wenn wir nochmals kurz die spätere Geschichte dieser Anschwellungshypothese*) Revue passiren lassen.**)

Als *Columbus* den Plan zur Durchsegelung des atlantischen Oceans gefasst hatte und seine Idee vor dem zu diesem Zwecke berufenen Concilium einer eingehenden Erörterung unterzogen ward 49), da hielt man ihm u. A. auch entgegen, wie er denn den gigantischen Wasserberg, der sich ihm nach Westen hin vorlege, hinauffahren wolle. Und wenn auch der kühne Seemann damals Stand hielt, so bewegten sich doch gleichwohl seine eigenen Beweggründe auf einem ganz fremdartigen Gebiete. In diesen Tagen erst hat *S. Ruge* durch Auszüge aus dem Originaltagebuche des Entdeckers 50) den Nachweis geführt, wie sehr es dem weit mehr durch das Herz als durch den Verstand geleiteten Mann nicht allein an allgemein-naturwissenschaftlichen, sondern speziell sogar an nautischen Kenntnissen gemangelt habe. So konnte es nicht fehlen, dass *Columbus* für die irrige, auf unvollkommene Beobachtungen des Polarsternes sich stützende Ueberzeugung, „dass die Erde nicht vollkommen sphärisch sei“, auch directe Belege suchte, und dass sein unglaublich wenig entwickelter Sinn für

---

*) *Schmidt* sowohl, wie sein unvergesslicher Lehrer, lassen durchblicken, jene unnatürliche Lehre, gegen welche *Dante* zu Felde zog, sei erst in allerneuester Zeit in der sogenannten *Schmick*'schen Hypothese von der säkularen Verschiebung des Erdschwerpunktes wieder neu aufgelebt. Das ist nicht richtig, die Aehnlichkeit ist eine rein äusserliche, und *Peschel* selbst würde nimmer in diesem Sinne sich ausgesprochen haben, wenn ihn nicht, sobald jene Hypothese in Frage kam, seine gewohnte Milde und Unparteilichkeit gänzlich verlassen hätte. Man mag ja, wie es auch von verschiedenen Seiten geschehen ist, sehr Vieles gegen jene Schwankungstheorie einwenden können; so unverträglich mit den Grundgesetzen der Mechanik, wie sie *Peschel* hinstellte, ist sie nicht.

**) Bemerkt mag immerhin die Thatsache werden, dass noch am Ende des 16. Jahrhunderts der klardenkende Naturphilosoph *Francesco Patrizio* meinte 48), die Centra von Erd- und Wasserkugel brauchten durchaus nicht zusammenzufallen.

Naturbeobachtung solche auch bald gefunden zu haben glaubte. Die gewaltige Strömung, welche er bei den bis tief ins Meer hinein sich fühlbar machenden Gewässern des Orinoko an der südamerikanischen Küste wahrnahm, brachte ihn auf die Vermuthung, dass er hier den absolut höchsten Punkt der Wasserkugel vor sich habe, von dem aus die Gewässer nach allen Seiten bergabwärts strömten. Nun, *Columbus* hat durch seine entschlossenen Thaten, durch Muth, nicht durch Genie, einen redlichen Beitrag dazu geleistet, dass solche Hirngespinnste, über welche er selbst noch nicht hinauszukommen vermochte, definitiv beseitigt wurden, und deshalb dürfen wir ihm, dem Vertreter einer absterbenden Zeit, nicht allzusehr grollen.

Die Kugelgestalt der Erde hat dem Principe nach seit dem Beginne des 16. Jahrhunderts keinen ernstlichen Gegner mehr gefunden, und so dürfen wohl auch wir in unserer historischen Entwickelung an den zweiten Theil unserer Aufgabe gehen und die Frage stellen: Wie dachte das abendländische oder, besser gesagt, das christliche Mittelalter über die Lehre von der Erdbewegung? Gab es überhaupt damals Vertreter dieser Lehre, und inwieweit dürfen diese als directe Vorläufer der reformatorischen That *Copernic's* gelten?

§ 7. Vor dem dreizehnten Säculum unserer Zeitrechnung derartige Spuren auch nur aufsuchen zu wollen, wäre ein durchaus aussichtsloses Bemühen, da ja in früherer Zeit auch nicht die elementarsten Voraussetzungen für derartigen Skepticismus gegeben sein konnten. Ehe man an Bestehendem rütteln kann, muss man dieses Bestehende doch erst richtig erfasst haben, und dass eine solche Vertrautheit des Abendlandes mit den Lehren der griechischen und arabischen Astronomen vor der Zeit des castilischen Königs *Alphons* gar nicht erwartet werden darf, liegt auf der Hand. Ueber diesen Mann aber, dessen ganze Erscheinung den Stempel einer anderen, einer rein östlichen Cultur trägt, kann erst im zweiten Abschnitt das Erforderliche beigebracht werden.

Die Blütheperiode der sogenannten Scholastiker ist noch immer vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus nicht mit derjenigen Sorgfalt bearbeitet worden, welche der eigenartige und bei allen Extravaganzen doch immer grossartige Charakter dieser Durchgangszeit verdient. Mögen immerhin bei den Hauptvertretern des Scholasticismus diejenigen Probleme, in welchen unsere

reinere Auffassung das eigentliche Ziel der Wissenschaft erblickt, nur ganz vorübergehend mitbehandelt worden sein, immerhin müssen wir bei diesen Männern am allerersten nach Spuren späterer Errungenschaften suchen. Im Vollbesitze griechischen und theilweise auch arabischen Wissens*), wenn auch in steter Opposition gegen letzteres, suchten sie das ganze Gebäude des Kosmos nach seiner intellectuellen wie physischen Seite zu durchdringen, und so kann es nicht anders sein: Man muss bei diesen Theosophen auch die ersten Verbesserungsideen im Felde der astronomischen Geographie suchen. Ob freilich das Resultat ein positives oder negatives sein wird, muss unsere Durchmusterung lehren.

Albertus Magnus, der weise Dominikaner von Bollstädt, steht an Universalität seiner Naturauffassung allerdings am höchsten im Kreise seiner Genossen.**) Allein gerade in der uns hier interessirenden Frage scheint er sich durchaus conservativ verhalten zu haben. Wir hoffen diese Anschauung durch eine merkwürdige Stelle seiner Werke erhärten zu können, welche ihn gleichzeitig als felsenfesten Ptolemaiker wie auch gewandten Syllogistiker dokumentirt.***) Es handelt sich um den Begriff des unendlichen Raumes, welcher *Albert* zur Betrachtung nachstehenden Paradoxons leitet: „Item rationaliter probatur sic: Motus per spatium infinitum in tempore infinito est: ergo si accipiamus punctum Orientis, distantia, quae est ab Oriente in Occidentem, erit infinita: ergo sol ab Oriente in Occidentem movebitur in infinito tempore, quod est

*) Eine treffende Schilderung des Kampfes gegen die einreissende und die aristotelische Urquelle vielfach trübende Herrschaft des *Averröes* hat kürzlich *Schneid* 51) gegeben.

**) Wie *Jessen* in einer interessanten Specialarbeit 52) ausführte, ist *Albert* nebst *Aristoteles* und *Alexander v. Humboldt* der einzige Forscher aller Zeiten, welcher sich die Idee einer allumfassenden physischen Weltbeschreibung vorgesetzt hatte. Allein das Studium unseres Erdplaneten, welches er ja in vielen Punkten beträchtlich förderte, hielt ihn vielleicht von dem freieren Blick für coelestische Verhältnisse zurück, welcher den in Detailsachen weit weniger exakten *Bacon* so vortheilhaft auszeichnet.

***) Dieses Paradestück scholastisch-formaler Logik, welche auf unbewiesenen Untersätzen tadellose Gebäude aufzurichten liebte, gehört so recht zu jenen Geistes-Exercitien, welche *Prantl's* feine Kritik unserer Erkenntnisswege 53) als für den Fortschritt der Naturdurchdringung nutzlos bezeichnete.

contra sensum: quia videmus, quod pertransit totum hoc spatium in viginti quatuor horis.“ Man sieht, dass der leiseste Zweifel an der Unverrückbarkeit der Erde diesen Scheinbeweis für die „Endlichkeit der Welt“ unmittelbar über den Haufen geworfen haben würde.

Philosophisch, wenn auch nicht gerade astronomisch ungleich höher steht *Roger Bacon,* in dessen Schriften uns bereits hie und da eine radicale Emancipation von den Schulmeinungen seiner Zeit entgegentritt. Das „Opus majus“ enthält einen reichen Schatz solcher Aeusserungen. Im scharfen Gegensatz zu der oben angezogenen Stelle *Albert's,* für den die Erde der massgebende Körper ist, lesen wir bei *Bacon* 55): „Et Ptolemaeus ostendit in Almagesto et omnes sciunt astronomi, quod tota terra cum omnibus inferioribus se habet respectu coeli sicut centrum ad circumferentiam. Et minima stellarum visu notabilium, ut dicit Alfraganus, in principiis sui libri, est major terra.“ Aus diesen Zeilen spricht *Aristarch von Samos* 56), und von solchen Ansichten ist's gewiss kein weiter Weg mehr zu dem Dilemma: Warum sollte denn gerade diese unbedeutende durch Nichts ausgezeichnete Erde in das Centrum des Weltalls gesetzt sein? Und auch jene Bibelstellen, welche in späteren Tagen dem Gekeife katholischer und weit mehr noch protestantischer Unduldsamkeit gegen die copernicanische Weltordnung zur Folie dienen mussten, auch sie kennt der scharfsinnige Mann. Er spricht vom ersten Kapitel der Genesis und noch eingehender von der bekannten Josua-Stelle, welche ihn 57) zu folgender Apostrophe hinreisst: „... Et in Josue, propter diei longitudinem, sole stante, praecipue per operationem ad longitudinem diei, qua retrocessit sol decem lineis ad verbum Isaiae prophetae. Nam videtur esse contradictio in his locis. Atque cum Salomon dicit in Ecclesiaste, quod sol omni die secundum expositionem Hieronymi in originali flectitur in aquilonem, vir aliquis mathematicorum potest hoc intellegere.“ Wir erkennen aus all dem den Oxforder Franziskaner als einen unerschrockenen Philosophen, dem die Lehre von der Erdbewegung, soweit es dabei auf Ueberwindung eingerosteter Vorurtheile ankommt, gewiss keine grossen Schwierigkeiten verursacht haben würde. Wenn er gleichwohl diese Lehre mit völligem Stillschweigen übergeht, so müssen wir den Grund wo anders suchen, und das ist unseres Erachtens gar nicht schwer: Für einen mit der Astronomie seiner

Zeit vertrauten Mann konnte damals die geocentrische Theorie durchaus nicht so viele Widersprüche, die heliocentrische auch lange nicht die Vorzüge darbieten, welche wir gegenwärtig in beiden wahrnehmen müssen.

Der auf dem beliebtesten Felde scholastischer Gelehrsamkeit, auf dem der Theologie, unstreitig bedeutendste Autor ist *Thomas von Aquin,* dessen Productivität auch die aller seiner Gesinnungsgenossen überragt. Excurse auf das naturphilosophische Gebiet treffen wir allerdings bei ihm seltener an, obwohl er, wenn er sich einmal zu solcher Abschweifung veranlasst sieht, dann auch als Mann voll tiefer Gedanken sich offenbart. Auf seine merkwürdigen Ansichten über Licht und Wärme wiesen wir bereits bei anderer Gelegenheit hin 58). Es soll nun aber, wie *Beckmann* 59) in seiner interessanten Geschichte des copernicanischen Systems mittheilt, der Doctor angelicus auch einmal die Ansicht*) ausgesprochen haben, die Bewegungen der Gestirne seien so verwickelter Natur, dass man wohl an eine von der üblichen abweichende, vorläufig aber noch dem Geiste des Menschen verschlossene Erklärungsweise dieser Vorgänge zu denken berechtigt sei.

Wenngleich chronologisch nicht eigentlich hierher gehörig, rechnen wir doch noch den Bischof von Cambray, *Pierre d'Ailly,* mit ein, sintemalen die Bildung und schriftstellerische Thätigkeit dieses Mannes noch ganz den scholastischen Charakter tragen. Nach *Poggendorff's* Meinung hätte die Lectüre der kosmologischen

*) Den im Jahr 1636 zu Paris gedruckten Commentar zum *Aristoteles,* wo jener Passus sich finden soll, waren wir leider nicht in der Lage einzusehen. Aber wundern müssen wir uns, dass ein so bedeutsamer und für den gläubigen Sinn seiner Verehrer doch immer mysteriöser Fingerzeig nicht mehr Aufsehen erregt hat. Die Kapitelsbibliothek von St. Lorenz zu Nürnberg verwahrt eine dem Jahre 1473 entstammende und zu den bibliographischen Cimelien ersten Ranges zählende Inkunabel (Impressum est totum opus et finitum per me Arnoldū ter hoernē Anno domini. 1ꝝΛƷ), welche ein mit höchster Akribie gefertigtes Sachregister zu den sämmtlichen Werken des Aquinaten enthält. Sucht man in diesem Nachschlagebuch unter den Stichwörtern Planetae und Stellae, so findet man nur ganz allgemeine Angaben; von letzteren heisst es ganz in ptolemaeischem Sinne: „Stelle ȧ oĩo ȧ ño movēt̃ in orbibus suis.“ Irgend welchen Eindruck auf seine Leser und Schüler dürfte sonach der gelegentliche Geistesblitz des feinsinnigen Mannes nicht gehabt haben, so wenig wie seine anderweiten physikalischen Aperçu's.

Schriften dieses Mannes den *Columbus* zuerst auf die Idee einer „Gewinnung des Ostens von Westen her" gebracht.

§ 8. Das Jahrhundert, welches durch den eigenthümlichen Charakter scholastischer Denk- und Forschungsweise seine Signatur erhielt, ist das dreizehnte; wenn wir die höchste Spitze dessen erkunden wollen, was von Seite des vierzehnten — wenigstens in dessen erster Hälfte — geleistet worden ist, so dürfen wir nicht sowohl die Werke der zünftigen Gelehrten, als vielmehr jene unvergleichlich grosse Dichtung zu Rathe ziehen, mit welcher wir uns bereits oben (§ 6 dieses Abschnittes) vorübergehend zu beschäftigen hatten. Gelingt es uns nicht, bei *Dante Allighieri* einzelne Spuren einer freieren Weltanschauung zu entdecken, so dürfen wir fest überzeugt sein, es würde ein ähnlicher Versuch bei keinem zeitgenössischen Astronomen oder Geographen zu besseren Resultaten verhelfen. Eine Analyse der für unsern Zweck in Frage kommenden Stellen der Trilogie wird uns die Unmöglichkeit erkennen lassen, in dem grossen Florentiner bereits einen Vorläufer des *Copernicus* zu sehen, wie diess wohl da und dort vermuthet worden ist. Gleich im siebenten Gesange der „Hölle" (Vers 74) stossen wir auf einen Nachklang jener indisch-alexandrinischen Ideen, welche in der Bewegung der Himmelskörper das Walten eigens zugeordneter Intelligenzen erblickten. *Dante* steht hier 61) also ganz auf scholastischem Boden; ein Engel oder, wie es gar an einem andern Orte (5. Gesang, Vers 87) heisst, ein Gott, lenkt den Lauf jedes Wandelsternes. Noch eklatanter tritt diese Verzichtleistung auf wissenschaftliches Erklären im zweiten Gesang des „Paradieses" (Vers 112 ff.) hervor. — Weiterhin finden wir als erste der den Erdball umschliessenden Sphären diejenige des Mondes, bis zu welcher die „blaue" Erdluft hinanreicht (Fegef. 1. Ges. Vers 14). Diese Sphären, neun an der Zahl, mit deren jeder nach den Principien des *Eudoxus* ein bestimmter Planet untrennbar verbunden ist, denkt sich *Dante* 62) als durchsichtige Krystallgewölbe, so dass die vom obersten derselben ausgehenden Strahlen ungehindert die übrigen zu durchdringen vermögen (Fegef. 3. Ges. Vers 29 ff.). Geht schon hieraus die völlig ptolemäische Denkart des Dichters hervor, so noch mehr aus einer Reihe anderer Momente; die einzige Stelle, welche auf eine von der Regel abweichende Ansicht über himmlische Bewegungen gedeutet werden könnte (Fegef. 11. Ges. Vers 108) be-

zieht sich nach der übereinstimmenden Ansicht aller neueren Erklärer auf die Präcession der Aequinoktialpunkte 63). Charakteristisch ist die Vergleichung der rastlos um die Erde kreisenden Himmelskugel mit einem tanzenden Kinde (Fegef. 15. Ges. Vers 3); charakteristisch auch die Verlegung des Sitzes der überirdischen Glückseligkeit in den obersten (empyreischen) Himmel*) (Fegef. 26. Ges. Vers 62). Eine leise Abweichung von der landläufigen Erklärungsweise der himmlischen Mechanismen bietet der achtundzwanzigste Gesang des zweiten Theiles (Vers 103), denn hier 65) lässt *Dante* wenigstens ein Anhängsel unserer Erde in eine drehende Bewegung gerathen. *Witte*, an dessen Interpretation wir uns ja vorzugsweise anschliessen, setzt diesem Verse folgende Erläuterung bei: „Der neunte oder Krystallhimmel, vom Empyreum aus gerechnet der erste (körperliche) Himmel, dreht sich in 24 Stunden einmal um seine Axe und reisst in diesem seinem Kreisen die darunter befindlichen acht Himmel, unbeschadet der eigenthümlichen Bewegung eines jeden, mit fort. Die Erde selbst nimmt an dieser täglichen Umdrehung keinen Theil, die Atmosphäre aber wird von jenem Impulse, jedoch zu langsamerer Bewegung, angeregt.“ Es ist uns nicht erinnerlich, dass schon irgend Jemand die merkwürdige logische Antithese hervorgehoben hat, in welcher *Dante's* Physik zu derjenigen steht, mit welcher die frühesten Anticopernicaner den grossen Neuerer zu bekämpfen suchten. *Dante* lässt den Erdball stille stehen und seine Atmosphäre am Umschwung der Himmel participiren, jene erhoben den Einwand, man müsse die behauptete Axendrehung an dem ungeheuren Zugwinde spüren, welcher sich durch den Widerstand der unverändert bleibenden Lufthülle ergeben sollte. Dass beide Bestandtheile des Erdplaneten, der feste sowohl wie der elastisch-flüssige, in vollkommen gleichem Sinne zu rotiren vermöchten, das lernte man erst sehr spät einsehen; wir haben bereits vor

*) *Notter* 64) hat die interessante Bemerkung gemacht, dass diese eigenthümliche Verquickung eines reinphysikalischen Nothbehelfes — denn nur ein solcher war für die Alten die neunte Sphäre — mit christlichem Mysticismus gerade so wie bei Dante bei dessen deutschem Zeitgenossen *Suso* auftritt. „Sieh ob dem neunten Himmel“, sagt er, „der unzähligemal mehr denn hunderttausendmal weiter ist denn alles Erdreich, da ist erst ein anderer Himmel oben, der da heisst Empyreum, „der feurige Himmel ...“

längerer Zeit auf eine literarische Erscheinung hingewiesen 66), bei welcher so ziemlich zum erstenmale eine ungezwungenere Auffassung dieses Verhältnisses durchbricht.

Ganz im griechisch-scholastischen Geleise bewegt sich hinwiederum das „Paradies". Im ersten Gesang (Vers 123) wird das „primum mobile" als die Sphäre grösster Geschwindigkeit bezeichnet, im dritten (Vers 50) erscheint umgekehrt diejenige des Mondes als die langsamste. Der 5. Vers des achten Gesanges lässt uns die Vertrautheit des Dichters mit dem Wesen der epicyklischen Bewegung erkennen, dass er aber gleichwohl die Planetentheorie sich viel einfacher dachte, als sie in Wirklichkeit ist, geht aus Vers 9 des zehnten Gesanges hervor, denn hier verlegt *Dante* kurzweg, mit Ignorirung der faktisch bestehenden Inclinationen, die Planetenbahnen sämmtlich in die Ekliptik. Recht sehr dem sinnlichen Augenschein entsprechend nennt Vers 32 des gleichen Gesanges die Sonnenbewegung spiralförmig (anderwärts vergleicht *Dante* diese Curve correcter mit einer Schraube). Bemerkenswerth dürfte die Vision des achtundzwanzigsten Gesanges (Vers 46 ff.) sein, weil hier dem Weltsystem mit seinen neun homocentrischen Kugeln die um den göttlichen Mittelpunkt kreisende Geisterwelt gegenübergestellt wird.*)

*) Von dem ebenfalls mit Recht hochberühmten „*Convito*" berichtet *Libri* 67): „Les éclipses, la rondeur de la terre et les antipodes, la voie lactée sont décrits et expliqués avec beaucoup de justesse dans cet ouvrage, où l'on trouve aussi l'exposé des idées encyclopédiques de l'auteur." Mit Fug hebt *Libri* auch die vielfach hervortretende Vertrautheit des Dichterfürsten mit arabischen Leistungen hervor; derselbe kennt *Alfraganus*, *Avicenna*, *Algazel* und *Albumasar*, während die Ansichten des *Alpetragius* ihm entgangen zu sein scheinen (vgl. Abschn. II.). Hier im „Gastmahl" (III, 5) zeigt aber *Dante* auch, dass er die Ansichten der Pythagoräer zwar kennt, aus wissenschaftlichen Gründen jedoch verwirft. Folgendes sind seine eigenen Worte: „Questo mondo volle Pittagora e li suoi seguaci dicere che fosse una delle stelle, e che un' altra a lei fosse opposita cosi foetta : e chiamava quella Antictona : e dicea ch'erano ambedue in una spera che si volgea da Oriente in Occidente, e per questa rivoluzione si girava il Sole intorno a noi, e ora si vedea; e ora non si vedea; e dicea che'l fuoco era nel mezzo di queste, ponendo quello essere piu nobile corpo, che l'acqua e che la terra, e ponendo il mezzo nobilissimo in tra li luoghi delli quattro corpi semplici . . ." Auch *Plato's* und seines *Timaeus* wird ausdrücklich Erwähnung gethan, dann aber mit spezieller Hervorhebung des „glorioso filosofo" (*Aristoteles*) all'

Ziehen wir aus dieser Betrachtung des *Dante*'schen Kosmos das Facit, so werden wir nicht umhin können, dasselbe ein absolut negatives zu nennen. Soweit dieser Riesengeist in allen auf unseren Wohnort bezüglichen Dingen, speziell also in Fragen der tellurischen Physik und physikalischen Geographie, seine Mitwelt überragt, so wenig wird man ihm in astronomischen Dingen den Seherblick zuschreiben dürfen, den er in so vielen Darstellungen zuertheilt bekommt.

§ 9. Die Stadt Florenz, welche damals schon wie noch manches Jahrhundert nachher das regste Geistesleben in ihren Mauern sich entfalten sah, schenkte noch in dem nämlichen Säculum, dessen Eingang *Dante* verherrlicht hatte, der gelehrten Welt eine neue reformatorische Kraft in der Person *Paolo dal Pozzo Toscanelli's**) (1397—1482). Liegen auch die Verdienste dieses hervorragenden Mannes wesentlich nach einer anderen Seite hin**), so müssen doch auch wir hier seiner gedenken. Denn er ist der Lehrer eines zweiten Forschers, mit welchem wir uns nunmehr

---

solchen Hypothesen, welche die Erde aus ihrem Ehrensitze reissen wollen, der Laufpass gegeben — kurz *Dante* beweist sich als den sattelfesten Aristoteliker und Ptolemaiker, als welchen uns eben sein Hauptwerk ihn offenbarte. So charakterisirt ihn auch *Balbo*, der beste und vorurtheilsfreieste unter den *Dante*-Biographen Italiens.

*) *Libri* (an verschiedenen Stellen des zweiten Bandes) schreibt den Namen „Toscanella", fertigt jedoch dessen Träger weit kürzer ab, als seine Leistungen im Verhältniss zu anderen diis minorum gentium zu verdienen scheinen.

**) *Paul* der Physiker, so nannte man den eifrigen Astronomen wohl auch, machte sich besonders um die Förderung der damals noch ziemlich im Argen liegenden mathematischen Erdkunde verdient. *Peschel's* 68) treffliche Monographie des Conquistadoren-Zeitalters hat uns die wichtigen Beziehungen aufgedeckt, welche zwischen *Toscanelli* und *Columbus* bestanden und nicht den letzten Grund dazu abgaben, des Letzteren Entdeckerplane zur Reife zu bringen. Es ist kein Zweifel, das *Christoph Colon* die wenigen scientifischen Argumente, welche er der Synode von Salamanca überhaupt vorzulegen hatte, jener Correspondenz und vor Allem der ganz nach eratosthenischen Grundsätzen eingerichteten Seekarte verdankte, welche ihm *Toscanelli* hatte zukommen lassen. Und kann nicht ebensogut, wie von diesem vielleicht der ersten Keim der kühnsten geographischen Neuerung herrührt, so auch auf seinen Unterricht als Quelle jenes astronomische System *Cusa's* zurückgeführt werden, welches freilich nicht gerade ein vorbereitendes wohl aber ein den Boden für die richtige heliocentrische Lehre ebnendes genannt werden darf?

um so eingehender zu beschäftigen haben werden, des Cardinals *Nicolaus von Cusa*. Dass diesem originellen Kirchenfürsten in der Vorgeschichte der copernicanischen Doctrin eine Stelle gebühre, darüber hat sich noch kein Zweifel erhoben, wenn auch freilich der seinen Ideen anzuweisende Rang je nach der subjectiven Anschauung des betreffenden Schriftstellers wechselt. *Montucla* 69) betrachtet den Cusaner als einen ächten „Vorläufer", *Mädler* hinwiederum 70) sieht in den von ihm uns überlieferten Aeusserungen lediglich Phantasieen eines unklaren Kopfes, und auch der neueste verdienstvolle Geschichtschreiber der Astronomie, *Wolf* in Zürich*), neigt sich mehr einer negativen Auffassung zu. Wir betrachten es mit als eine Hauptaufgabe dieser Schrift, die unserer Ansicht nach gerechtere Beurtheilung, welche neuere monographische Arbeiten dem tiefsinnigen Denker zu Theil werden lassen, weiteren Kreisen zu vermitteln.

Unser Landsmann**) *Nicolaus Chrypfs (Krebs)*, aus dem Erzstift Trier gebürtig, nimmt in der Geschichte der mathematischen Disciplinen eine isolirte und eigenartige Stellung ein. Scharfer Denker und durchaus nicht ohne gediegenes Wissen, fehlt ihm doch jedes Talent zur systematischen Darstellung, glückliche Einfälle mischen sich bei ihm mit abstrusen Behauptungen, und so musste es kommen, dass er nicht allein unter den Zeitgenossen erbitterte Gegner fand — z. B. an dem kritisch angelegten *Regiomontan* —, sondern auch von späteren Historikern mannigfach verkannt wurde. Eine gründliche Ehrenrettung auf dem rein mathematischen Gebiete hat sein Andenken durch die fleissige Dissertation von *Schanz* 72) erhalten, und einige Jahre darauf er-

---

*) Briefliche Mittheilung des Verfassers aus dem Manuscripte des grossen Geschichtswerkes, welches derselbe im Auftrage der von König *Max II.* in's Leben gerufenen „historischen Commission" demnächst herausgeben wird.

**) Die in mehreren Büchern anzutreffende irrige Nachricht, der Praelat sei ein geborener Belgier gewesen, dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach auf *Quetelet* zurückzuführen sein, der in allzu weit gehender Vaterlandsliebe gerne auf die moralische Annexion benachbarter Landstriche ausgieng. Er sagt von seinem Helden 71): „Il était originaire de Cusa sur la Moselle". Abgesehen davon, dass der Ort nicht Cusa sondern unlatinisirt ganz einfach Cues heisst, läuft doch wohl die Mosel nirgends durch belgisches, sondern ausschliesslich durch lothringisches und altdeutsches Gebiet.

schien von dem nämlichen Verfasser eine Fortsetzung 73), welche ein Gleiches für den astronomischen Theil der Arbeiten *Cusa's* zu leisten sich vornimmt.

Des Geschichtsschreibers erste Pflicht bei der Beurtheilung älterer unter geschwundenen Bedingungen entstandener Schöpfungen ist es doch jedenfalls, sich soweit möglich auf deren ursprünglichen Boden zu versetzen und die verschlungenen Kräfte, durch deren Zusammenwirken eben jenes Geisteserzeugniss entstand, zu trennen, zu isoliren, im Einzelnen zu prüfen. Wir Epigonen, denen ja glücklicherweise das inductive Verfahren in Fleisch und Blut übergegangen ist, wir bringen es nur allzuschwer fertig, vorurtheilsfrei in den Gedankengang einer so völlig anders gearteten Welt uns hineinzudenken. Versuchen wir diess aber einmal ernstlich, so werden wir nicht umhin können uns dahin auszusprechen, dass für eine fundamentale Revision und Reform der kosmologischen Anschauungen dazumal zwei ganz heterogene Voraussetzungen zu schaffen waren: erstlich — und das ist ja zweifelsohne der wichtigste Punkt — mussten Beobachtung und Rechnung hinlänglich vorgeschritten sein, um die absolute Nothwendigkeit einer Verbesserung deutlich hervortreten zu lassen, und zweitens mussten die philosophisch-religiösen Fesseln, welche die ptolemäischen Lehrsätze mit den Grundanschauungen des Zeitalters engstens verknüpften, definitiv gebrochen sein. Für Ersteres sorgte die exakte Astronomenschule der *Peurbach*, *Müller* u. a., Letzteres versucht und theilweise auch vollbracht zu haben, das wird der unabstreitbare Ehrentitel *Nicolaus von Cusa's* bleiben. Ein *Copernicus* war er freilich nicht, allein die eine der beiden Charaktereigenschaften, deren glückliche Vereinigung den letzteren eben zu dem machte, als welchen wir ihn verehren, findet sich bereits bei dem Cardinal so ausgeprägt vor, dass ihm jedenfalls der Ruhm eines freien Geistes bleiben muss. Lernen wir nunmehr seine philosophische Astronomie, in der gleichmässig seine Stärke wie seine Schwäche begründet liegt, genauer kennen.

Hier müssen wir aber zweierlei unterscheiden, die gedruckten Werke, in welchen allerdings der Kern dieser Ansichten noch nicht so deutlich hervorgehoben erscheint, und jene handschriftliche Bemerkung, welcher der ungleich bedeutendere Theil zu entnehmen ist. Der zweite Abschnitt der für die philosophische Richtung des Cardinals massgebenden Schrift „Von der gelehrten

Unwissenheit" 74) ist es, welchen wir zuerst in Betracht ziehen müssen. Hier wird zuerst aus dem Axiom, dass keine zwei Dinge im All mit einander völlig übereinstimmend sein könnten*) 75), der weitere Schluss gezogen, dass an einen Mittelpunkt des Weltalls im scholastischen Sinne nicht gedacht werden dürfe. Wo aber kein Centrum, da giebt es auch keine Peripherie; wir sehen also erstmalig mit Bestimmtheit den wichtigen, freilich auch von *Bacon* geahnten Streitsatz (§ 7), dass die Welt einem Kreise (besser einer Kugel) vergleichbar sei, deren Mittelpunkt überall, deren Umkreis nirgends anzutreffen. Wenn aber diess der Fall, wenn es — ausgenommen Gott selbst — nichts Absolutes giebt, auf welches sämmtliche Bewegungen im Universum bezogen werden könnten, so existirt auch ganz unmöglich ein schlechthin ruhender Körper.**) Diess gilt selbstverständlich auch für die Erde, welcher man bisher die Eigenschaft vollster Stabilität beilegte: so wenig als sie eine mathematisch vollkommene Kugelform repräsentirt***), so wenig können wir uns dieselbe ohne alle und jede Bewegung vorstellen. Und diese Bewegung kann auch kein absolutes Minimum sein, weil es ein solches gerade so wenig giebt als völlige

*) Man erkennt hier, wie auch sonst hie und da, Aehnlichkeiten mit *Leibnitz*.

**) *Cusa* spricht hier in seiner für uns obsoleten Terminologie einen Satz aus, dem die neuere exakte Naturphilosophie eine correktere dem Sinne nach aber übereinstimmende Fassung ertheilt hat. Es ist speziell der berühmte Mathematiker *Neumann* 76) gewesen der, ohne von *Cusa's* Ideen Kenntniss zu haben, die aus dessen Theorem sich ergebenden Consequenzen zu einem Fundament unserer theoretischen Mechanik umgebildet hat. Damit nämlich der Begriff einer absoluten Bewegung ein logisch richtiger sei, bedarf es eines invariablen Körpers im Raume, ein solcher ist, wie wir wissen, nicht vorhanden, und wir ersetzen ihn also durch eine Fiktion 77): „Als erstes Princip der *Galilei-Newton*'schen Theorie wird der Satz hinzustellen sein, dass an irgend einer unbekannten Stelle des Weltraumes ein unbekannter Körper vorhanden ist, und zwar ein absolut starrer Körper, ein Körper, dessen Figur und Dimensionen für alle Zeiten unveränderlich sind." Es ist diess der sogenannte Körper „Alpha", für den *Schmitz-Dumont* eine logische Interpretation zu geben versucht hat 78).

***) Der Grund, welcher *Cusa* die mathematische Kugelform verwerfen lässt, ist natürlich ebenfalls ein metaphysischer und nicht etwa aus der factischen Oberflächenbeschaffenheit unseres Planeten hergenommen.

Bewegungslosigkeit.*) — Diese abstrakte Betrachtung lässt den Cardinal, beiläufig bemerkt, zu einer trefflichen Erklärung des Begriffes der Gegenfüssler gelangen, welche gleichzeitig Zenith und Nadir vertauscht haben; wo irgend ein Mensch sich befindet, da glaubt er im Mittelpunkt zu sein, und das ist eben wieder ein Beleg dafür, dass es einen wirklichen Mittelpunkt nicht giebt. Nicht minder triftig ist der Grund, mit welchem der Einwurf, warum man denn von der Bewegung der Erde so gar nichts wahrnehme, zurückgeschlagen wird: Wir können uns Bewegung nur dann klar zum Bewusstsein bringen, wenn ein absolut fester Punkt vorhanden ist, der aber hier eben gerade mangelt 80). Der nämliche aprioristische Grundsatz, welcher den Cusaner die Existenz irgendwelcher harmonisch-vollkommener Qualität im Kosmos negiren lässt, hat ihn dann bekanntlich auch auf eine Hypothese betreffs des Sonnenkörpers geführt, welche in eigenthümlicher Weise an diejenige von *Wilson-Herschel* erinnert und von *Arago* 81) einer eingehenden Untersuchung gewürdigt wurde, für unsere Zwecke aber nicht weiter in Betracht kommen kann.**)

Diess kurze Resumé *Cusan*'scher Lehren stellt also so viel fest, dass die Erde ihre absolut centrale***) Stellung einbüsst und

---

*) Wir hoffen, mit diesen kurzen Worten den Tenor der betreffenden Bemerkungen kürzer und zugleich sachlicher dargelegt zu haben, als diess *Clemens*, der sich streng an seine Vorlage anlehnt, zu thun in der Lage war. Bei jenem heisst es nämlich 79): „Aus Allem dem geht hervor, dass die Erde sich bewege, und mag sie auch in Bezug auf die anderen Sterne dem Pole der Mitte näher, und einen kleineren Kreis zu beschreiben scheinen, so bewegt sie sich doch und beschreibt in der Bewegung nicht den kleinsten Kreis.“ — Natürlich kann es in der Natur, die keine exakte Kugel duldet, auch keine genau kreisförmige Sternbahn geben; diess berechtigt jedoch keineswegs dazu, dem Cardinal eine divinatorische Rolle betreffs der wahren Gestalt der von den Planeten beschriebenen Curven zuzuweisen.

**) Eine Emanation des obersten Axioms von der Unvollkommenheit alles Erschaffenen, kann dieser gelegentliche Geistesblitz doch kaum so hoch taxirt werden, als diess *Schanz* 82) thun möchte. Immer wieder aus dem nämlichen Grunde leugnet Cusa auch die Constanz der Präcession 83), sowie andererseits 84) diejenige des tropischen Sonnenjahres. In der *Schanz*'schen Monographie findet man all' diese Punkte mit Kritik und Quellenkenntniss weiter ausgeführt.

***) Wir wählten die Ausdrucksweise mit vollem Bedacht, denn nur die schlechthinnig centrale Bedeutung, welche der Scholasticismus dem

als Stern mit den anderen Himmelskörpern auf gleichen Fuss versetzt wird. Ueber die Bewegungsart jedoch gaben diese bisherigen Ansichten keinen weiteren Aufschluss. „Für die Bewegung der Erde", sagt *Schanz* 85), „lässt sich aus dem Bisherigen nur so viel schliessen, dass die Erde sich bewegt, oder wenn wir eine negative Bestimmung beifügen wollen, dass dieselbe sich nicht um die Sonne bewegt. Fänden sich auch keine weiteren Angaben, so ist diess doch aus dem Obigen deutlich zu ersehen, und wenn Manche die gegentheilige Ansicht daraus ableiteten, so drangen sie wenig in das Verständniss der einschlägigen Stellen ein. Bestimmt kann diess aus der freilich von Niemand gelesenen Schrift über die alphonsinischen Tafeln entnommen werden, in der nicht nur von circuitus solis*) wie im Complementum theologicum von circulares revolutiones solis gesprochen wird, sondern die Sonne ohne Weiteres an die Spitze der mobilia gestellt wird."

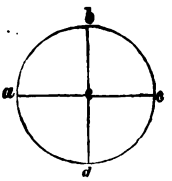
§ 10. *Clemens*, der eifrige Dollmetsch *Cusa*'scher Philosophie, ist durch einen glücklichen Zufall zu einem Funde gelangt, welcher die bislang nothgedrungen offen gelassene Frage, wie sich

Erdkörper verlieh, war erschüttert — lediglich deshalb, weil einem derartigen Mittelpunkt des Weltalls philosophisch-theologische Argumente entgegenstanden. Eine relative Centralität scheint der Cardinal nicht in Abrede gestellt zu haben, das geht sowohl aus der gleich nachher zu analysirenden handschriftlichen Notiz als auch aus einem von *Clemens* nachgewiesenen Passus in der Schrift „Von der Erjagung der Weisheit" zweifellos hervor. In der That vertrug es sich mit *Cusa's* hellen Anschauungen über die „pluralité des mondes" recht gut, unser Planetensystem als eine abgetrennte Insel im Ocean der Welten anzusehen, und dass dieser Einzelgruppe alsdann eine Art von Centralkörper in unserer Erde zuertheilt wurde, kann auch nur natürlich erscheinen.

*) Das Wort „circuitus" wird oben ganz unzweideutig in seiner phoronomischen Bedeutung gebraucht. Es wäre nun philologisch interessant zu wissen, ob diess der einzige jenem Worte zu unterlegende Sinn ist, oder ob es zwei Auffassungen giebt, so wie z. B. die Doppelbedeutung des Wortes „εἱλλομένη" (herumlaufend) den Auslegern des *Plato* nach *Schiaparelli* 86) viele Schwierigkeiten verursacht hat. Das 41. Kapitel des von dem berühmten Franzosen *Nicole d'Oresme* (gest. 1382) herrührenden „traité de la sphère" handelt nach *Curtze* 87) „d'une merveilleuse consideracion ou circuite de la terre"; dürfte man annehmen, *Oresme* habe das Gleiche ausdrücken wollen wie *Cusa*, so gewänne jenes Kapitel eine geradezu flagrante Wichtigkeit. Da uns das Original nicht zu Gebote steht, so begnügen wir uns, Kenner desselben anmit zu genauerer Einsichtnahme aufzufordern.

wohl der geistreiche Mann die Bewegung der Erde zurechtgelegt gehabt habe, definitiv löst. Obwohl dieses Document — ein Autograph aus der Bibliothek des vom Cardinal in seinem Heimathsort begründeten und vielfach subventionirten Hospitals — schon zweimal abgedruckt ist, so glauben wir es doch seiner fundamentalen Bedeutsamkeit halber auch hier textuell reproduciren zu sollen, um so mehr, weil es uns vielleicht gelingt, die Genesis einzelner seiner Behauptungen in ein neues Licht zu stellen. Die Buchstaben im Texte beziehen sich auf Fig. 3; den Text entnehmen wir *Clemens* 88) selbst: „Consideravi quod non est possibile, quod aliquis motus sit praecise circularis; unde nulla stella describit circulum praecisum ab ortu ad ortum. Necesse est igitur nullum punctum fixum in octava sphaera esse polum; sed variabitur continue, ita quod semper alius et alius punctus instabiliter erit in loco poli. Recedunt igitur et appropinquant stellae a polo ad polum motu continuo. 2. Consideravi, quod terra ista non potest esse fixa, sed movetur, ut aliae stellae. Quare super polis mundi revolvitur, ut ait Pythagoras, quasi semel in die et nocte, sed octava sphaera bis, et sol parum minus quam bis in die et nocte. Item consideravi, quomodo alii poli debent imaginari aeque distantes a polis mundi in aequatore, et super illis revolvitur octava sphaera in die et nocte parum minus quam semel, et solare corpus distat ab uno polorum illorum quasi per quartam partem quadrantis, scilicet per gradus 23 vel prope; et per circumvolutionem mundi etiam circumvolvitur sphaera solis semel in die et nocte parum minus, hoc est per $\frac{1}{364}$ sui circuli, ita quod in anno per motum diei unius est retardatio, et ex illa retardatione oritur Zodiacus. Punctus autem in octava sphaera, qui in loco poli mundi motus ab oriente in occasum visus est, continue parum remanet retro polum, ita quod quum polus videtur circulum complevisse, punctus ille nondum circulum complevit, sed remanet a retro, tantum in proportione ad circulum suum in centum annis, vel quasi, quantum sol remanet retro in die uno. Et sicut punctus unus sphaerae solis semper remanet sub uno et eodem puncto octavae, qui sub polo motus revolutionis ab occidente fixe persistit, ita punctus unus sphaerae terrae et solis re-

Fig. 3.



manet cum polo mundi fixe. Imaginor enim me esse in medio mundi sub aequinoctiali; sit terra *abcd*, et in hoc *ac*, *bd* arcus terrae et pone *e* in puncto sectionis; dico terram super polis *ac* fixis in terra moveri, et similiter super polo *e* et opposito ei, simul et semel; nam super *ac* movetur de oriente in occidens, et super *e* et ei opposito movetur in horizonte de occidente in oriens, ita quod quum *a* pervenit in *b*, tunc *c* pervenit in *d*, et ita consequenter. Octava sphaera eodem modo movetur, sed in duplo velocius super polis suis *a*, *c* quam *e* et opposito, sic, quod cum polus ejus *a* pervenit ad *b*, tunc *b* est in *a*, et quum pervenit ad *c*, tunc *b* pervenit ad primum locum scilicet *b*; et quum in *d*, tunc *b* in *a*, et quum in *a*, tunc *b* in *b*. Et scias, quod polus octavae sphaerae *a* et oppositus ei sunt fixi cum polis ejusdem terrae, sed mobiles in ordinem ad stellas fixas, puta quod si aliqua stella jam foret in *a* polo, illa in revolutione remanebit retro, ita quod *a* polus fixus in terra eam derelinquit retro et alia succedit in ejus locum, ita quod omnes stellae, quae sunt in horizonte in medio mundi sole existente in ariete aut libra in ortu diei successive polo fixo in terra conjungentur in anno magno, sic quod stella, quae distat per $\frac{1}{360}$ circuli ad orientem ab ea, quae modo est in polo, circa centesimum annum succedit."

Dieses in etwas fragwürdiger Latinität (punctus, super mit Ablativ) abgefasste*) Schriftstück schliesst nun offenbar in concisester Form des Cardinals kosmologisches Glaubensbekenntniss in sich. Wir lernen aus demselben erstlich, dass ihm die Doctrin des *Pythagoras* — richtiger ausgedrückt des *Philolaus* 89) — von einer Bewegung der Erde geläufig war; wenn er dieselbe als eine rotatorische auffasst, so begeht er nur denselben Fehler, welchen alle Schriftsteller über diesen Gegenstand vor *Henri Martin* sich haben zu Schulden kommen lassen. Gleichviel, *Cusa* adoptirt die Axendrehung der Erde klar und deutlich. Was dann die zweite Bewegung, nämlich die der achten Weltsphäre**) anlangt,

*) Diese grammatikalischen Incorrektheiten finden sich auch in zahlreichen anderen mathematischen Werken jener Epoche, so besonders ein fehlerhafter Gebrauch der Praepositionen.

**) Die unverfängliche Art und Weise, wie hier allen früheren Deduktionen über die Unendlichkeit und Unbegrenztheit des Universums scheinbar zum Trotz die aristotelische Sphäre eingeführt wird, kann als

über welche sich *Clemens* sehr zurückhaltend ausspricht, so hat *Schanz* 90) zweifellos das Richtige getroffen: Die Sonne bewegt sich nicht genau in $^1/_2$ mal 24 Stunden um die Welt-Axe, sondern sie braucht zur Vollendung einer ganzen Rotation ein wenig länger, so dass sie — so meint er — an einem Tage um den 364sten Theil ihrer Bahn zurückbleiben wird. Diess beruht auf einem Rechnungsfehler, denn offenbar coincidiren 366 Drehungen des Fixsternhimmels mit 365 Drehungen der Sonne, und dieser Unterschied wird zur naturgemässen Folge haben, dass die Sonne im Laufe eines (tropischen) Jahres in einer dem Drehsinn des Himmels entgegengesetzten Richtung einen vollen Hauptkreis der Sphäre (den Zodiakus) zurückzulegen scheint. Das etwas verwickelte Verhältniss wird sich klarer übersehen lassen, wenn wir im nachstehenden Schema Sonne, Erde und Fixsternkugel neben einander stellen. *Cusa* behauptet:

1) Die Erde dreht sich in 24 Stunden von Ost nach West um ihre mit derjenigen der „Welt" zusammenfallende Axe;
2) Gleichzeitig wird sie von der achten Sphäre, welche sich in entgegengesetztem Sinne aber mit der doppelten Winkelgeschwindigkeit um die Axe dreht, mit fortgenommen;
3) Die Sonne nimmt an dem letztgenannten Umschwung Theil, aber mit einer Verlangsamung, welche im Laufe eines Jahres auf genau 360^0 anwächst.

„Die Erde dreht sich von Ost nach West im Verlaufe von 24 Stunden", heisst offenbar nichts anderes als: sie würde, sich selbst überlassen, zur Vollendung eines vollen Umlaufes doppelt so lange wie die achte Sphäre brauchen. Nach den ersten Grundsätzen der Bewegungslehre, welche der Cardinal ganz sachlich verwendet, addirt sich also die Geschwindigkeit der achten Sphäre gleich $\frac{720}{24}$ zu der natürlich negativ zu nehmenden Geschwindigkeit

weiterer Beleg für unsere in einer früheren Note ausgesprochene Ueberzeugung gelten, dass der Erde doch immer eine superiore Stellung innerhalb der uns sichtbaren Welt zugedacht war. Ist doch unser Bruchstück erst in der zweiten Lebensperiode des Schreibers (erweislich nach dem Jahre 1444) von ihm niedergeschrieben worden und repräsentirt somit gewiss den Standpunkt vollster Reife.

der Erde gleich $\frac{360}{24}$ und es restirt so eine factische Geschwindigkeit gleich

$$\frac{720-360}{24} = \frac{360}{24}$$

dem sinnlichen Augenschein entsprechend.

Wer diese Darlegung mit derjenigen von *Schanz* vergleicht, wird an einer Stelle eine Discrepanz wahrnehmen, auf welche wir gleich selbst die Aufmerksamkeit lenken wollen. Dieser Gelehrte nämlich, dessen klarer und von tiefem Studium zeugender Analyse wir grossentheils mit Vergnügen gefolgt sind, schreibt der Erde und der Fixsternsphäre einen identischen Drehsinn zu. Wäre aber diess der Fall, so wäre die Winkelgeschwindigkeit, sowie die Beobachtung sie feststellt, offenbar $\frac{720+360}{24} = \frac{1080}{\quad}$, und das konnte der Cardinal unmöglich sagen wollen. Freilich ist zuzugeben, dass die Ausdrucksweise des Originales hier ganz im Dunkeln lässt, wie zum Glücke fast nirgends.

Fragen wir uns nun, warum *Cusa* die sonderbare Annahme einer doppelten Bewegung von entgegengesetztem Charakter wählte, während doch sowohl die ptolemäische, als auch andererseits die aristarchisch-copernicanische Interpretation die Phänomene ganz befriedigend durch eine einzige Drehung zu erklären versteht, so können wir lediglich sagen: Sein metaphysisches Dogma brachte das so mit sich. Beide Kugeln mussten nun einmal in constanter Drehbewegung sein, und wenn man von dieser unverbrüchlichen Voraussetzung ausgieng, so gab es ganz entschieden keine einfachere Hypothese, als die, auf welche eben *Nicolaus von Cusa* verfiel. Höchstens hätte er die Erde, wie es seiner Zeit *Philolaus* mit dem Fixsternhimmel that, der Rettung des Principes zu Liebe 91) eine absolut unmerkliche Bewegung zuweisen können.

Für die beiden anderen Bewegungen, deren das Manuscript weiterhin Erwähnung thut, hat *Schanz* (s. o.) die correcten Erklärungen geliefert. Der von der Sonne jährlich zurückzulegende Weg fiele eigentlich mit dem Aequator zusammen; dem widerspricht der Augenschein, und so muss also die wirkliche Sonnenbahn aus der Einwirkung zweier verschiedener Impulse sich zusammensetzen. „Um aber ausserdem die wechselnde Declination der Sonne zu erklären, nimmt *Cusa* an, dass die Sonne jährlich

um einen Punkt im Himmelsäquator einen kleinen Kreis beschreibe, dessen Halbmesser gleich der Schiefe der Ekliptik ist, also ungefähr 23° beträgt." Dieser Exposition haben wir nichts hinzuzusetzen.

Ein Gleiches möchte auch von der letzten (vierten) in Frage kommenden Bewegungsweise gelten. Unabhängig von den früheren Drehungen rotirt die Erde auch noch um eine Axe, welche auf der vorigen senkrecht steht und sonach ihre Pole im Aequator hat. Diese zweite Rotation langsamster Art dient zur Erklärung der Präcession, denn die Differenz der Drehungen lässt sich so regulirt annehmen, dass — wie die Schlussworte oben lauten — im Laufe von 100 Jahren jeweils eine Verschiebung um einen Grad eintritt. Man scheint jedoch übersehen zu haben, dass dieses Arrangement nicht völlig das Gewünschte leisten kann; es würde diess nur dann thun, wenn durch das Vorrücken der Aequinoktialpunkte nicht sowohl die (astronomischen) Längen, sondern vielmehr die geraden Aufsteigungen der Sterne gleichmässig verändert würden. Es müssten eben Ekliptik und Aequator in Einer Ebene liegen.

Wir haben im Vorstehenden — allerdings mit steter Rücksichtnahme auf *Schanz's* Vorarbeiten — die Uranologie *Cusa's* einer gründlichen Untersuchung ihrem Verdienste gemäss zu unterziehen versucht und hoffen, dieselbe dadurch dem gelehrten Publikum in bequemerer und gemeinverständlicherer Form zugänglich gemacht zu haben, als diess bisher geschehen ist. *Cusa's* Lehre fordert freilich, dass man sich in sie hineinstudire und nicht mit seichtem Feuilletongerede à la *Mädler* über sie hinweggehe. Derselbe sagt nämlich, nachdem er von dem Inhalte des Fragmentes eine wenn auch nicht ausreichende, so doch gerade auch nicht falsche Schilderung entworfen, gleichwohl wörtlich Folgendes 92): „Alles zusammengenommen scheint es ausser Zweifel, dass *Cusa* die Erde als sich bewegend, d. h. um ihre Axe rotirend, angenommen habe, dass er jedoch über die Art dieser Bewegung uns nichts Sicheres lehre, muthmasslich wohl weil ihm die Sache selbst nicht recht klar geworden." Das heisst denn doch den Mangel eigenen Verständnisses einem Unschuldigen aufbürden. Man mag der Hypothese *Cusa's* Geschraubtheit, Sonderbarkeit, mechanische Unzulänglichkeit oder was immer sonst noch vielleicht mit einigem Rechte vorwerfen, Unklarheit zeigt des Autor nirgends, er ist

sich vielmehr seines Zieles stets klar bewusst. Ja wir treten sogar dafür ein, dass — die philosophisch dogmatische Basis einmal zugestanden — eine einfachere Erklärung der vorliegenden Erfahrungsthatsachen kaum gegeben werden könne. Um zu dieser Ansicht durchzudringen, muss man sich freilich allen Ernstes bemühen, den Standpunkt jener Zeit zum eigenen zu machen und deren Wissenschaft aus sich heraus zu ergründen; diess ist eine Grundregel der Historik, mit deren Befolgung sich freilich der obengenannte „Geschichtschreiber" der Astronomie niemals sonderlich abgequält hat.

Und wäre es in der That so schwierig, die Genese *Cusa*'scher Ideen zu verfolgen? Ja, bis vor einigen Jahren war dem so; so lange man von der zwar berühmten aber doch stets verkannten*) Sphärentheorie des *Eudoxus* keine richtigen Vorstellungen besass, mochte *Cusa*'s Versuch, alle Bewegungen im Weltall auf Ein Problem der sphärischen Kinematik zu reduciren, in der Luft zu schweben scheinen. Heute aber, wo uns *Schiaparelli* 93) in mustergültiger Weise das Verständniss jener eleganten Theorie eröffnet hat, liegt die Sache anders, und wenn wir uns dahin aussprechen, dass *Cusa*'s Erklärungsmodus ganz im Sinne jenes Astronomen von Cyzikus gehalten ist, so befürchten wir kaum auf Widerspruch zu stossen. Konnte denn nicht der vielgelehrte Mann, dem alle damaligen Hülfsmittel zur unbedingten Disposition standen, im Commentar des *Simplicius* 94) die Darstellung jener Lehre kennen gelernt und deren Verwendbarkeit für seine eigenen Tendenzen eingesehen haben?

Fassen wir jetzt unsere eigenen Ergebnisse zusammen, wie wird unser Urtheil lauten? So viel steht fest, dass *Cusa* nicht allein durch seine allgemein-philosophische Diatribe über Ruhe und Bewegung im Weltall bahnbrechend gewirkt, sondern dass er auch die Rotation der Erde formell correct ausgesprochen und die himmlischen Erscheinungen durch einen — von dem kleinen Fehler bei Erörterung der Präcession abgesehen — mathematisch unangreifbaren Prozess erklärt habe. Und so kommen wir denn

*) Es gereicht uns zur Freude constatiren zu können, dass wenigstens Ein literarisches Erzeugniss aus der Periode vor *Schiaparelli* die übliche Verkennung um nicht zu sagen Verlästerung der homocentrischen Doktrin nicht mitmacht: wir meinen den Artikel „Astronomie" von *Schönfeld* im *Lübker*'schen Reallexikon.

zu der Endanschauung, welche bereits oben an die Spitze der von *Cusa* handelnden Partie gestellt ward: Als einen Mann, der dem *Copernicus* gleich gewesen oder auch nur wesentlich für die Entstehung des copernicanischen Weltsystems bestimmend gewesen sei, dürfen wir ihn nicht gelten lassen*), wohl aber als einen solchen, der hoch über dem Durchschnittsmass der Zeit stand und immerhin seinem grösseren Nachfolger**) die Stätte bereiten half.

---

*) Als entschiedenen Vorcopernicaner behandelt den Cardinal z. B. *Bossut*, dessen historische Schilderungen freilich niemals für besonders probehaltig erachtet worden sind. „Le cardinal de Cusa" heisst es bei ihm 95) — „est célèbre parmi les savants pour avoir entrepris de faire revivre le système des pythagoriciens sur le mouvement de la terre". Die fernere Vergleichung dieser Theorie, an welcher anscheinend Niemand damals Anstoss genommen habe, mit der Reproduktion copernicanischer Ideen durch *Galilei* hinkt beträchtlich; des Letzteren Kosmologie war unbeschadet seiner naiven Gläubigkeit in Religionssachen eine durchaus rationalistische, während der Cardinal seine Neuerungen gerade von seinem untadelhaft-dogmatischen Standpunkt aus begründen konnte.

**) Einen unmittelbaren geistigen Zusammenhang zwischen beiden Männern scheint *Giordano Bruno* angenommen zu haben. Zeugniss dafür giebt die schöne wenn auch geschichtlich anfechtbare Apostrophe an die Manen des grossen Domherrn von Frauenburg, welche wir hier nach *Rixner-Siber's* Uebersetzung wiedergeben 96): „Ich bewundere Dich, o *Copernik*, dass Du über die allgemeine Blindheit Deines Zeitalters so weit Dich zu erheben vermochtest, dasjenige, was vor Dir schon *Nicolaus von Cuss* im Trientschen" — soll natürlich heissen Trier'schen — „in seinem Buche de docta ignorantia, obschon mit etwas unterdrückter Stimme, ausgesprochen hatte, viel lauter und kühner zu verkünden, darauf vertrauend, dass, wenn die wahre Lehrmeinung nicht stark genug wäre, sich durch sich selbst Aufnahme zu verschaffen, dieselbe doch wenigstens wegen der grösseren Bequemlichkeit in den Berechnungen als eine nützliche Hypothese würde zugelassen werden, besonders, da sie ja nach *Cicero's* und *Plutarch's* Zeugnissen schon den Alten, z. B. dem *Nicetas, Ecphantus, Heraclydes, Ponticus*" — man beachte die Zweitheilung ein und derselben Person — „und dem pythagoraeischen *Timaeos* nebst anderen Pythagoräern bekannt gewesen". Ueberhaupt zeigt sich *Brunus* durchaus mit cusanischen Ideen durchtränkt, wie denn der 7. und 8. unter seinen Dialogen (zwischen *Elpino* und *Philotheo*) 97) die Thesen über die Unendlichkeit des Weltalls und über die Mehrheit der Welten — hier kommt dieser Ausdruck ganz in *Fontenelle*'schem Sinne vor — direkt im Anschlusse an die Lehren des deutschen Kirchenfürsten durchnehmen.

Dass übrigens *Copernicus* von *Cusa* irgendwie profitirt, ja überhaupt nur etwas gewusst habe, ist nicht erwiesen und wohl auch nicht

§ 11. Der nächsta Name, bei welchem unsere Darstellung eine kurze Frist zu verweilen hat, ist der des Bologneser Professors *Domenico Maria.* Wenn freilich das erhärtet werden könnte, was Einzelne von *Regiomontan* berichten, so würde vor Allem diesem Reformator der praktischen und rechnenden Astronomie auch für deren theoretischen Theil die Palme gereicht werden müssen. Als Zeuge hierfür tritt der Nürnberger Mathematiker und Geograph *Johann Schoner* auf, indem er behauptet 99): „Joannis de Monte regio Disputatio est quod terra moveatur, quia per motum terrae circularem omnia salvari possunt, quae in Astris apparent. Igitur si dicamus terram moveri et ceelum quiescere nullum apparet inconveniens. In oppositum est Auctor Sphaerae (Joh. de Sacrobosco)." *Doppelmayr,* dem wir diese Notiz verdanken, fährt dann fort 100): „*Prätorius* in einem seiner hinterlassenen Manuscripte berichtet auch, dass *Gregorius Hartmannus,* ein Nürnbergischer Mathematicus, von des *Regiomontani* eigener Hand etwas Astronomisches überkommen, darinnen er also den Schluss machet: Ergo necesse est motum stellarum paululum variari propter motum terrae, woraus auch deutlich zu ersehen, dass *Regiomontanus* die Bewegung der Erde asseriret habe." So bestimmt das Alles klingt, uns erscheint es nicht sehr wahrscheinlich. Das Zeugniss *Schoner*'s wiegt nicht schwer, denn dieser Gelehrte hat dem *Regiomontan* gar mancherlei Leistungen zweifelhaften Charakters angedichtet 101); und was den zweiten Beleg angeht, so sind die beiden Gewährsmänner allerdings wissenschaftlich wie moralisch integre Charaktere, allein das was sie von ihrem Helden mittheilen, bezieht sich auch wohl kaum auf die Erdbewegung im Sinne des *Copernicus,* denn durch deren Einfluss wird der Lauf der Gestirne doch wahrhaftig nicht „paululum"

zu erweisen. *Schanz,* der sich auch hierüber verbreitet, stellt zwar auch jede direkte Verbindung in Abrede, meint aber trotzdem, durch Vermittelung *Domenico Maria's* (auf den uns der nächste Paragraph bringen wird) hätte eine theilweise Uebertragung recht wohl stattfinden können 98). Nun, wir halten dafür, dass diese an sich plausible Vermuthung nicht stichhaltig ist; die ehrliche Art und Weise, mit welcher *Copernicus* in der Dedikation an Pabst *Paul* von all' den Quellen Rechenschaft abstattet, aus welchen er geschöpft, lässt unseres Erachtens durchaus den Gedanken nicht aufkommen, als habe der grosse Mann irgend etwas absichtlich verschwiegen, was sich ihm bei der Conception seines unsterblichen Werkes dienlich erwiesen.

alterirt. Kurz, so lange nicht aus des grossen Astronomen eigenen Schriften ein gewichtigerer Nachweis erbracht ist, brauchen wir wohl nicht zu glauben, derselbe sei in dieser fundamentalen Frage. über sein Vorbild *Ptolemäus* hinausgegangen.*)

Zurück also wiederum zu *Domenico Maria Novara* von Ferrara Dieser scharfsinnige Astronom, der in Gemeinschaft mit dem durch seine algebraische Leistung unsterblichen *Scipio Ferro* die mathematischen Wissenschaften an der altehrwürdigen Hochschule Bolognas zur höchsten Blüthe brachte 103), verdient wenigstens deshalb hier eine Stelle zu finden, weil er dem Dogma von der Invariabilität des Himmels, das trotz der heftigen Angriffe *Cusa*'s doch immer noch in ehrfurchtsvollem Ansehen stand, neue Einbussen beibrachte. Bei seinen Untersuchungen über die mathematische Geographie der Mittelmeerländer glaubte er sich zu der Annahme genöthigt, die Erdaxe habe seit den Zeiten der Griechen ihre Lage im Raume verändert, so dass sämmtliche Polhöhen um etwa einen Gad vermindert werden müssten. *Gassendi* 104), der uns von diesem Faktum in Kenntniss setzt, legt demselben eine grosse Wichtigkeit bei, und auch *Libri* ist geneigt, darin bei aller Unrichtigkeit doch einen entschiedenen Fortschritt zu erblicken, einmal aus dem gleichen Grunde, welchen wir oben anführten, und dann, weil der Versuch, neue Bewegungsformen im Weltraume zu constatiren, doch möglicherweise dem *Copernicus*, der ja nachweislich von *Novara* unterrichtet wurde, Anstoss zu eigener Beschäftigung mit ähnlichen Fragen gegeben haben könnte. Bezüglich dieser letzteren Hypothese sei auf eine frühere Anmerkung unter dem Texte verwiesen, obwohl indirecte Animirung nicht gerade undenkbar erscheint. Dass übrigens solche Mittel, sich

*) Im allerdirektesten Gegensatz zu *Schoner's* Behauptung betrachtet *Mädler* den Mathematiker von Königsberg als entschiedenen Anticopernicaner. Von den die heliocentrische Lehre stützenden Gründen sprechend bemerkt er 102): „So nur erklärt sich ein Einwurf, den selbst der grosse *Regiomontanus* gegen die Umdrehung der Erde macht. Die Vögel, meint er, würden das Nest, von dem sie ausgeflogen, nicht wiederfinden können, denn es sei inzwischen weit mit der Erde hinweggerückt". Wo, wann und wie ein Autor die ihm unterlegte Aeusserung gethan haben soll, danach darf man bekanntermassen bei *Mädler* niemals fragen, und so lassen wir denn beim Mangel jeglicher Quellenangabe es lieber ganz unentschieden, ob *Regiomontan* der einen oder andern Ansicht zugethan war.

aus der Verlegenheit zu helfen, damals nicht eben ferne lagen, geht schon daraus hervor, dass zu gleicher Zeit zwei Männer den nämlichen Ausweg vorschlugen: „il eut", — sagt *Libri* 105), von *Domenico Maria* — presque en même temps qu'un jurisconsulte napolitain, l'idée d'un changement dans l'axe de rotation de la terre." Hierfür würde doch wohl richtiger Drehungsaxe der Himmelskugel zu substituiren sein. — Uebrigens lassen sich als weitere Verdienste des italienischen Forschers nach *Gherardi*'s 106) Meinung auch die aufführen, dass er die Abnahme der Ekliptikschiefe kannte und die Sonnen- und Mondbewegung nach selbstständigen von den hergebrachten abweichenden Principien bearbeitete. Von letzterer in den Manuscripten vergrabenen Arbeit wissen wir nur durch die Andeutung ein Weniges, welche *Bianchi* 107) in einem Briefe an *Kepler* gelegentlich fallen liess.*)

§ 12. *Domenico Maria* stellt sich uns bereits dar als ein wenn auch älterer Coaetan *Copernic*'s; in noch höherem Grade reicht in des Reformators Leben herein der um 10 Jahre jüngere *Girolamo Fracastoro* von Verona (1483—1553), ein Universalgenie im Style von damals und speziell in der Astronomie ein Gegner der ptolemäischen Epicyklenlehre. Dass seines grossen

---

*) Nicht unbemerkenswerth sind die Consequenzen, welche *Domenico Maria* aus seiner vermeintlichen Beobachtung der Polhöhen-Erniedrigung zog. Seine eigenen Worte sind 108): „Ex hoc itaque motu, quae nunc habitantur locadeserta tandem fient, ad illa, quae nunc sub Torrida Zona decoquuntur, longo licet temporis spacio ad nostram coeli temperiem deducentur, ita ut tercentis et nonaquinquies millibus annorum curriculo motus is perficiatur tardissimus". Wie schade, dass unseren Geologen diese altehrwürdige Hypothese entgangen ist, welche sich noch weit besser als die *Adhémar*'sche und deren moderne Schwestern zur Erklärung der kolossalsten Temperatur-Umwälzungen zu eignen scheint. Uebrigens erhob sich auch bald Widerspruch in Fachkreisen. Während *Stadius* die umgekehrte Behauptung verfocht und eine Zunahme der geographischen Breiten angenommen wissen wollte, erklärte sich der geistreiche Physiker *Gilbert* sofort gegen solche terrestrische Veränderung, eine Veränderung, deren Wirkungen sich durch mechanische Zerstörungen und die heftigste Alteration der erdmagnetischen Erscheinungen augenblicklich fühlbar machen müsse 109): „Quare Dominici Mariae Ferrariensis, viri ingeniosissimi, qui fuit Nicolai Copernici praeceptor, opinio delenda est, quae ex observationibus quibusdam suis talis est". Von Erdmagnetismus und überhaupt Erdphysik wusste man freilich zu *Novara's* Lebenszeit noch so gut wie gar nichts.

Zeitgenossen Ansichten die seinigen beeinflusst hätten, ist durchaus unwahrscheinlich — weniger des temporellen Unterschiedes halber — *Fracastor*'s Hauptwerk erschien nur sieben Jahre vor den „Revolutiones" —, als vielmehr deshalb, weil seine künstlichen Mechanismen mit der genialen Einfachheit des copernicanischen Systemes nicht die mindeste Aehnlichkeit verrathen. Wenn wir uns folglich hier mit seiner Doktrin beschäftigen, so verstossen wir strenge genommen gegen die Titelworte dieser Schrift, denn an eine Bewegung der Erde denkt *Fracastor* nicht; allein wir hoffen deshalb um so eher auf Indemnität, als seine Bekämpfung des *Ptolemäus* den Veroneser Polyhistor immerhin zu einer Art von Vorläufer des *Copernicus* stempelt. Dieser Ansicht huldigt auch *Libri* 110) mit den Worten: „En combattant les épicycles, il aplanit la route au système de Copernic."

Fracastor's Kosmologie ist durchaus in einem kleinen Werke enthalten, welches dem Zeitgeschmack wenig entsprechend mit dem kurzgefassten Titel „Homocentrica" sich bescheidet 111). In dem ausführlichen Vorwort charakterisirt der Verfasser in lebhafter Sprache das Dilemma der Sternwissenschaft: Diejenigen, welche die einzig naturgemässe Bewegung homocentrischer Sphären zur Erklärung der Sternläufe im Sinne des *Eudoxus* und *Calippus* verwenden, gelangen nicht zum richtigen Einklang mit den beobachteten Thatsachen; glücklicher sind die Anhänger der hipparchptolemäischen Theorie in diesem Punkte, allein dafür ist ihre Hypothese excentrischer Kreise eine von vornherein philosophisch verwerfliche.*) Er liefere hier im Wesentlichen ein System, dessen Grundzüge von seinem leider allzufrüh verstorbenen Freund und Landsmann *Joannes Baptista Turrius* entworfen worden seien; derselbe habe Alles auf zwei bestimmte von ihm entdeckte Bewegungsmodi zurückgeführt, vermuthlich dieselben, „quos tum *Alba-*

*) Es wäre ungerecht, dem Kind seiner Zeit solches Spiel mit naturphilosophischen Scheingründen zum Vorwurf zu machen. Man bedenke nur, dass selbst ein *Copernicus* dem eingewurzelten Vorurtheil der concentrischen Kreisbahn sich nicht zu entwinden vermochte, und dass diese Losreissung selbst noch bei *Kepler* erst das Resultat eines harten Gedankenkampfes war. Zudem musste selbst die aufkeimende Mechanik jener Periode dem physikalischen Unding entgegentreten, als welches die Excenterhypothese *Hipparch's* nun einmal erscheint.

*teticus**) tum plerique alij Astronomi latere in stellis vaticinati sunt." So dürfen wir denn in der neuen Sphärenlehre eine mit den vervollkommneten Hülfsmitteln des sechszehnten Jahrhunderts ins Werk gesetzte Neubearbeitung des *Eudoxus* und zugleich ein Vermächtniss des *Giovanni Turri* erblicken, um dessen Detaildurchführung sich immerhin der Legatar wohlverdient gemacht hat. Wohl mochte derselbe selbst fühlen, wie wenig die von ihm stipulirte Complication der Mechanismen zur Befriedigung Aller dienen könne, denn am Schlusse der Vorrede entschuldigt er sich ganz ausdrücklich durch Berufung auf *Calipp*'s analoges Verfahren, das zu seiner Zeit allseitige Anerkennung gefunden habe.

Das Prinzip der Methode ist also von jenem des *Eudoxus* eigentlich in keiner Weise verschieden, und da diess letztere uns jetzt glücklicherweise ein sehr bekanntes ist, so bedarf es keiner besonders durchgeführten Anaiyse des erstgenannten. Die rein kinematische Bedeutung, welche aller Wahrscheinlichkeit nach der griechische Astronom seinen Sphären beilegte, hat sich nun insofern modificirt, als jetzt die Gestirne fest mit der sie tragenden Kugelschale verbunden erscheinen 113): „dubitare nemo debet in Sphaera aliqua constitutas coaffixasque esse, quae ita feruntur stellae." Dass ein bestimmter „orbis" nie mehr als eine und zwar als eine ganz einfache — gleichförmige — Bewegung besitzen könne, wird speziell 114) hervorgehoben. Als eine natürliche Consequenz der materiellen Kugeln erscheint in Kapitel 8 eine Frage, welche wohl auch dem *Aristoteles*, nie aber dem geometrisch correct denkenden *Eudoxus* in den Sinn kam 115): „quod unus orbis alium ducat sine resistentia." Eine Reihe von Detailuntersuchungen schliesst sich an dieses allgemeine Problem, und in ihnen verräth sich eine zum Theil schon recht anerkennenswerthe, für die Geschichte der Mechanik bedeutsame Vertraut-

---

*) *Delambre*, der von der Einleitung *Fracastor's* ebenfalls ein Referat giebt 112), unterdrückt merkwürdigerweise die Bemerkung über „*Albateticus* und viele andere Astronomen". Und doch ist dieselbe im hohen Grade interessant! Dass der Eigenname verketzert ist, unterliegt wohl keinem Zweifel; es soll wohl auch nicht etwa *Albategnius*, sondern wahrscheinlicher *Alpetragius* heissen, und damit wäre bewiesen, dass *Fracastor* von jenem arabischen Reformversuch eine dunkle Kenntniss besass, von welchem wir im zweiten Abschnitte dieser Monographie eingehender sprechen werden.

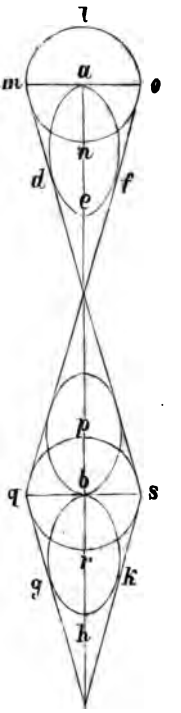
heit mit den phoronomischen Elementarwahrheiten. Als möglicherweise neu, wenigstens von keinem uns bekannten Historiker registrirt, notiren wir in der Erklärung der sogenannten „Trepidationsbewegung“ die Zulassung eines elliptischen Laufes*) und die Erörterungen über eine aus Kreis-Oscillationen sich zusammensetzende Schraubenbewegung.

Die eigentliche Theorik ist im zweiten Buche enthalten.**) Man wird nicht bestreiten können, dass die Erklärungsweisen durchaus ingeniös und für die damaligen empirischen Kenntnisse vom Planetensystem auch wohl ausreichend sind. Weiterhin wird

---

*) Eine solche Trepidationsbewegung tritt dann ein, wenn zwei vom Durchmesser gleichweit abstehende Punkte für sich kleine Kreise beschreiben (Fig. 4). „Punctus autem medius, qui tropici vicem supplet, modo versus unum punctorum duorum, modo versus alium accedat in eadem semper linea manens. ut si a et b sunt aequinoctia, c tropicus, parvi quidem circuli erunt adef ex parte a. ex parte b autem bghk. verum perfecti circuli non sunt sed ovales quodammodo, perfecti autem solum sunt duo alij quos describunt duo puncta ab aequinoctijs distantia, quanta est semidiameter circulorum priorum. circa a quidem lmno. circa b vero pqrs“ 116). Bei näherer Betrachtung stellen sich diese „Ovallinien irgend welcher Art“ als Ellipsen heraus; bekanntlich hat auch *Copernicus* in Einem Ausnahmefall die Möglichkeit einer elliptischen Bewegung zugestanden.

Fig. 4.



**) In dieser theoretischen Atheilung gewährt die Beschreibung der Epicyklen Interesse, welche dem Autor, dem ja jede Bewegung nur durch materielle Sphären vermittelt erscheint, natürlich nicht die ideelle Bewegungs-Spur ist, sondern wiederum „parva quaedam sphaera intra orbem sita ... in cujus superficie est planetae stella veluti gemma in anulo 117).“ Ein eigenthümliches jedoch nicht eben unpassendes Bild, sobald man sich den eingefügten Juwel selbst wieder beweglich denkt. — Das hierauf folgende Kapitel enthält eine ganz exakte Schilderung der Refraktionserscheinungen, besonders auch eine Erklärung der Thatsache, weshalb ein aus der Gegend des Horizontes kommender Lichtstrahl weit stärker gebrochen wird, als ein zenithaler. Später muss die Strahlenbrechung allerdings auch zu irrthümlichen Erklärungen herhalten.

dann den einzelnen Wandelsternen eine gesonderte Discussion zu Theil. Dabei ist besonders das achte Kapitel des von der Sonne handelnden Theiles von Wichtigkeit, denn hier wird die Frage aufgeworfen 118): „Cur solis declinatio minuatur.“ Da wird zuvörderst dargethan, dass und warum die oben erwähnte Trepidation der Aequinoktialpunkte nicht zur Erklärung dieses Umstandes herangezogen werden könne, dann wird „die Ansicht der alten Aegypter“ zurückgewiesen, wonach der ganzen achten Sphäre eine wenn auch äusserst langsame Bewegung von Nord nach Süd zukäme. Zuletzt formulirt *Fracastor* seine eigene Auffassung 119): „Videtur autem (nisi fallimur) necessarium ita fore ut solis circulus in latitudinem circumagatur, quo omnia, quae possibilia sunt in natura fieri, quandoque etiam fiant, et ut virtus omnis quae a sole isthuc demittitur, et impartitur in terras, ad omnia successive et undequaque sese convertat.“ So habe seit des *Ptolemäus* Zeit die Schiefe der Ekliptik um nahezu 23 Minuten sich vermindert. — Diess ist jene bekannte Stelle, welche bei den meisten astronomischen Geschichtschreibern Aufnahme gefunden hat, ja hie und da sogar Enthusiasmus erregte. „Er ist der Erste“, sagt *Mädler* 120), „der eine Verminderung der Schiefe der Ekliptik behauptet, die *Purbach* nur vermuthete.“

Das ist nun ebensowenig wahr als der Versuch berechtigt, dieses zufällig mit der Wahrheit stimmenden Einfalles halber den *Fracastor* gleich zum Vorläufer *Laplace*'s zu stempeln, welch letzterer bekanntlich eine periodische Schwankung der Sonnenbahn auf mathematischem Wege eruirt hat. Die Ansicht, dass die Sonne nicht in jedem Jahre die gleiche Entfernung vom Aequator erreiche, ist eine uralte, wurzelt aber doch in letzter Instanz nicht in theoretisch richtigen Erwägungen, sondern lediglich in der Ungenauigkeit des damaligen Beobachtungsverfahrens. *Schiaparelli*, dessen Darlegungen wir uns unbedingt anschliessen, hat nachgewiesen 121), dass man es hier mit einer durchaus irrigen Auffassung des Sonnenlaufes zu thun habe*), welchen man sich ehe-

*) Einer der gewichtigsten Zeugen für diese Irrlehre ist *Plinius*, welcher, nachdem er von den Bewegungen der unteren Planeten durch den Thierkreis geredet, zu der Sonne übergehend sagt 122): „Sol deinde medio fertur inter duas partes flexuoso Draconum meatu inaequalis“. Derjenige Punkt nämlich, welcher den Momentanpol der Sonnenbewegung repräsentirte, sollte sich selbst wieder in einem kleinen Kreise um den Himmelspol herumdrehen.

dem als eine gewundene Curve dachte und gegen welche bereits *Hipparch* energisch Front zu machen sich veranlasst sah. Angesichts dieser Aufklärungen wird man zwar einräumen müssen, dass *Fracastor* für eine irrige oder doch wenigstens nur halbwahre Thatsache die relativ beste Interpretation gab, aber man wird ebensowohl darauf verzichten müssen, hieraus für ihn einen besonderen Ruhmestitel herzuleiten.

§ 13. Ehe wir im Verlaufe dieser Erzählung bei *Copernicus* selbst und damit bei deren naturgemässem Ende angelangt sind, müssen wir noch einmal bei einer der merkwürdigsten Gelehrtenfiguren anhalten, welche uns die Wissenschaftsgeschichte aller Zeiten darbietet. Diess ist *Lionardo da Vinci.**) Obwohl älter als *Fracastor* — seine Lebensdauer ist nach neueren, die früheren Angaben rectificirenden Forschungen durch die Jahre 1452 und 1519 fixirt — fällt doch derjenige Theil seiner Studien in eine

*) Die geradezu eminent schöpferische Kraft, welche dieser merkwürdig Mann, unbeschadet seiner künstlerischen Berufsthätigkeit, eigentlich auf jedem Gebiete der exakten Wissenschaften zu bethätigen im Stande war, musste, nachdem einmal das Eis gebrochen war, die Fachhistoriker zur monographischen Darstellung förmlich herausfordern. In der That besitzen wir seit Kurzem eine umfassende unmittelbar den Quellen entnommene Studie über *Lionardo*, deren einzelne Bestandtheile schon früher in den „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses" publicirt worden waren. Aus dieser grösseren Schrift 123) hat die Zeitschrift „Gaea" ein übersichtliches Excerpt mitgetheilt. Allein es muss leider constatirt werden, dass die Ausführung in ersterer, so werthvoll der auf die praktische Mechanik bezügliche Theil sein mag, nicht in dem Grade befriedigt, als es zu wünschen wäre, und speciell für Mathematik und Physik nicht so verlässig ist, um als Führer bei der Untersuchung einzelner Fragen dienen zu können. Man wird vielmehr vorläufig besser thun, zu der in ihrer Art noch immer mustergültigen Abhandlung von *Venturi* 124) zurückzukehren, beziehungsweise auf die ebenfalls höchst brauchbare Sammlung von Notizen, welche *Libri* in seinem Geschichtswerke über den genialen Künstler beigebracht hat. In allerneuester Zeit besteht Hoffnung, die immer noch nicht völlig erund bekannten Leistungen *Lionardo's* im Zusammenhang durch einen der ersten unserer mathematischen Historiker gewürdigt zu erhalten, dessen bezüglicher Aufsatz in Bälde erscheinen wird oder vielleicht bereits erschienen ist, wenn diese Studie das Licht der Welt erblickt.

Gelegentlich möge zur Ergänzung einer früheren Arbeit des Verf. erwähnt werden, dass *Lionardo da Vinci* bereits selbstständige Untersuchungen über die sogenannten Sternpolygone angestellt hat 125).

so späte Zeit, dass wir erst an dieser Stelle uns mit ihm beschäftigen dürfen.

Leider sind vorläufig unsere Quellenbelege noch sehr unvollständig. „En astronomie", sagt *Libri* 126), „il a soutenu avant Copernic, la théorie du mouvement de la terre." Diese Ausdrucksweise kann leicht missverstanden werden, und eln Gleiches gilt von derjenigen *Grothe*'s, welche die „Gaea" mit den kurzen aber präcisen Worten wiedergiebt 127): „Was den freien Fall der Körper anbelangt, so erkannte *da Vinci* bereits den Einfluss der Erdumdrehung auf denselben." Das ist denn doch sehr cum restrictione zu verstehen.*) Die Relation *Venturis* 128) über diesen Gegenstand ist freilich eine allzu kurze, kaum zwei Seiten umfassende; indess hoffen wir gleichwohl ihre wahre Bedeutuug klar stellen zu können. Lernen wir zunächst den Thatbestand mit den concisen Worten *Whewell*'s 128) kennen:

„*Leonardo* zeigte um das Jahr 1510, wie ein Körper in einer spiralförmigen Curve gegen eine um ihre Axe sich drehende Kugel so herabsteigen kann, dass die scheinbare Bewegung dieses Körpers, von einem Punkt der Kugelfläche betrachtet, in einer geraden Linie gegen den Mittelpunkt der Kugel gerichtet ist. Er setzt hinzu, dass er dabei die sich drehende Erde im Auge hatte, und dass er dadurch die Schwierigkeiten entfernen wollte, welche sich hier aus der Zusammensetzung der beiden Bewegungen, jenes Körpers und dieser Kugel, ergeben."

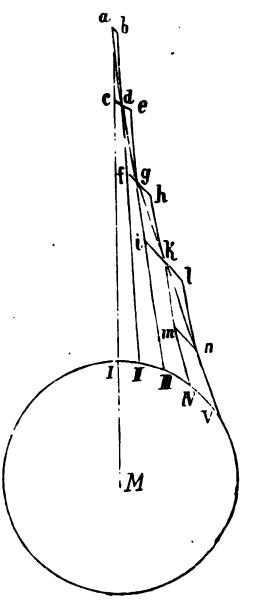
Dieser Passus zwingt uns allerdings die Annahme auf, es habe *Lionardo* eine Umdrehung der Erde bereits hypothetisch gelten lassen. Natürlich kann nur von einer Axendrehung die Rede sein; wie er sich dieselbe dachte und welche Gründe ihm eine derartige Hypothese nahelegten, darüber sind wir nicht in der Lage uns zu informiren. Alles in Allem möchte die Betrachtung, von welcher uns *Venturi* Nachricht giebt, doch mehr als blosses specimen eruditionis anzusehen sein, indem es dem geistreichen Naturforscher darum zu thun war, das von ihm recht

*) Wer diess liest, kann kaum anders als glauben, *Lionardo* habe sich bereits mit jener Klasse von Fragen beschäftigt, welche zwei hundert Jahre später einen Zankapfel zwischen *Newton* und *Hooke* bildeten. Daran konnte jedoch der grosse Toskaner schon um deswillen nicht denken, weil sich ihm die Gesetze des freien Falles noch keineswegs vollständig entschleiert hatten.

wohl erkannte Theorem vom Parallelogramm der Bewegungen an einem recht augenfälligen Beispiele zu illustriren. Dazu erschien ihm die bewegte Erde gerade recht günstig, und so glauben wir nicht zu irren, wenn wir die Lehre von der Erdrotation bei *Lionardo* nur als ein Factum von secundärer Wichtigkeit uns denken. Mathematisch anregend aber erscheint die Frage, ob denn in der That eine solche Construction, wie die oben skizzirte, gefunden werden könne, und dieser Frage mögen noch einige Worte gewidmet werden, um so mehr, als das interessante Problem nirgendwo die gebührende Aufmerksamkeit gefunden zu haben scheint.

Wenn wir über die Gestalt dieser merkwürdigen Curve ins Klare kommen wollen, so wird es gut sein, eine spezielle Voraussetzung zu Grunde zu legen, etwa die, dass der Beobachter auf dem Aequator der mit gleichförmiger Geschwindigkeit sich drehenden Kugel und der fallende Körper in der Verlängerung des durch den Beobachtungsstandpunkt gehenden Erdhalbmessers sich befindet. Ueber die Art des Falles sei nichts bekannt. Dann sei *M* (Fig. 5.) das Erdcentrum, *a* das fallende Mobil, *I* der Beobachter, so dass *a*, *I* und *M* in gerader Linie liegen. In der nämlichen Zeiteinheit, welche *I* nach *II* überführt, fiele der Körper für sich betrachtet durch den Raum *ac*; seinen scheinbaren Weg wird man also finden, wenn man *aII* zieht und nun das Parallelogramm *abdc* vervollständigt. Während weiterhin der Beobachter nach *III*, *IV*, *V* hin gelangt, wird der Körper die Diagonalen *dg*, *gk*, *kn* der Parallelogramme *degf*, *ghki*, *klmn* beschreiben, sobald wir uns nur seine Fallgeschwindigkeit entsprechend regulirt denken. Unter den beschränkenden Bedingungen also, von welchen wir ausgiengen, kommt der Sinn unserer Aufgabe auf Folgendes hinaus: Eine krumme Linie soll construirt werden, deren Tangenten stets durch einen gegebenen Kreis hindurchgehen. Ein anderer Ausdruck wäre der: Man soll die einhüllende Curve aller Geraden zeichnen,

Fig. 5.



welche nach einem gewissen Gesetze aus sämmtlichen Punkten einer Kreisperipherie gezogen sind.*) Dieses Gesetz liesse sich dann noch in Uebereinstimmung mit den wirklichen Fallregeln fixiren.

Ueberträgt man nun diesen Constructionsplan auch auf den allgemeinen Fall eines gleich von Anfang an nicht in der Bewegungsebene des Beobachters befindlichen Körpers, so resultirt allerdings eine Curve doppelter Krümmung, welche eventuell eine spiralige Windung erhalten kann. Diese ganze Betrachtungsweise liess sich jedoch nur dann anstellen, wenn *Lionardo* von der Eigenart ebener und räumlicher Curven eine klare Vorstellung besass und insbesondere die letzteren als losgelöst von jeder Fläche sich denken konnte.**)

Wie wir oben hörten, beschäftigte dieses Problem den Künstler ungefähr im Jahre 1510. Wusste er vielleicht bereits durch das Gerücht, dass ein deutscher Gelehrter, der aber zu Italien lebhafte Beziehungen unterhielt, jene Hypothese einer Erddrehung zum Gegenstand eines umfassenden Lebensstudiums erhoben habe? Sagen lässt sich hierüber nichts, für unmöglich dürfen wir es jedoch auch nicht halten, denn darüber giebt es keinen Zweifel, dass lange bevor *Copernicus* selbst an den Abschluss vierzigjähriger Arbeiten gieng, einzelne Auserwählte in seine Absichten eingeweiht werden waren. Damit gelangen wir zum Vorwurfe unseres Schlussparagraphen.

§ 14. Es soll nämlich noch mit wenigen Worten von denjenigen Gelehrten die Sprache sein, welche — erweislich von copernicanischen Plänen unterrichtet — gewissermassen aus der

*) Unter dieser Form offenbart sich die Aehnlichkeit beziehlich Identität der Aufgabe *Lionardo's* mit einer anderen in der Geschichte der Mathematik nicht unbekannten, über welche erstmalig von dem Paduaner Professor *Poleni* 130) Untersuchungen angestellt worden zu sein scheinen. In neuerer Zeit ist ersteres Problem in einer gewissen trivialen Form Gegenstand der Aufmerksamkeit mehrerer Mathematiker, z. B. *Dienger's* 131) geworden.

**) Dass diess in der That der Fall gewesen, beweist auch eine direkte Angabe *Libri's* welcher dem *Lionardo* nachrühmt 132): „Il a distingué les lignes à double courbure des courbes simples." In dieser bewussten Trennung liegt ein entschiedener Fortschritt, denn man weiss ja, dass die Geometrie der Alten nur vereinzelte Raumcurven betrachtet und dass es höchstens der einzige *Pappus* 133), der aber diese Linie doch immer nur in Verbindung mit Oberflächen betrachtet, zu einer klaren Auffassung des Unterschiedes gebracht hat.

Schule schwatzten und so chronologisch vor dem Meister die heliocentrische Lehre verkündeten. Ob *Tallavia* diesen Ungeduldigen beizuzählen ist, können wir nicht bestimmen, denn wir haben über den sonst wenig bekannten Mann nur die kurze aus *Libri* geschöpfte Notiz *Carové*'s 134) in Händen: „Auch *Hieron. Tallavia* von Reggio in Calabrien soll schon vor *Copernicus* die Lehre von der Bewegung der Erde vorgetragen haben." *) Sicherer gilt diess wohl von *Widmannstadt,* welcher nach *Karl von Gebler*'s Aussage 136) eine prinzipiell mit derjenigen *Cusa*'s übereinstimmende Theorie dem Papste *Clemens VIII.* im Jahre 1533 vorgelegt haben soll.**) Ganz erwiesen endlich ist es von *Celio Calcagnini,* der sogar noch vor *Copernicus* starb, in seiner Schrift „quod coelum stet, terra autem moveatur" nach *Tiraboschi*'s Ansicht Dinge vorträgt 138), die ihm unter copernicanischer Firma zugekommen waren. Und wundern kann uns diess nicht, wenn wir bedenken, in wie hohem Ansehen *Copernicus* in Italien stand, dessen Hochschulen er selbst als Student und Docent kurze Zeit angehört, von dessen geistigem Mittelpunkt aus er im Anfange des neuen Jahrhunderts einen ehrenvollen Ruf zur Theilnahme an der Kalender-Commission erhalten hatte. Dass man in Rom schon vor 1536 das heliocentrische System genau kannte, bezeugt ausdrücklich *Gassendi* 139).

Wir sind hiermit am Ende unserer Studie angelangt. Ihre Aufgabe war zu zeigen, wie die beiden Grundlehren der mathematischen Geographie, dass die Erde rund sei und eine doppelte Bewegung besitze, allmälich bei den verschiedenen die Cultur befördernden Nationen zur Anerkennung und Ausbildung gelangten. Wir hoffen, dieser Aufgabe insoweit gerecht geworden zu sein, als es die für uns vorhanden gewesenen Hülfsmittel gestatteten.

*) *Libri* 135) selbst nennt es ein „mérite douteux".

**) Leider können wir über *Widmannstadt* gar nichts Genaueres beibringen, denn als wir uns an Herrn *v. Gebler* behufs näherer Auskunft wandten, zeigte sich derselbe zwar sehr bereitwillig, bedauerte aber gerade in diesem Falle in seinen Collektaneen eine Lücke constatiren zu müssen. *Jöcher* weiss von Jenem gar nichts Astronomisches zu berichten, sondern kennt ihn nur als Orientalisten; hiefür sprechen auch einige hebräische Manuskripte der Münchener Bibliothek, welche dereinst *Widmannstadt's* Eigenthum waren 137). *Poggendorff* hat den Namen gar nicht aufgenommen.

1) *Draper*, Geschichte der geistigen Entwickelung Europas, deutsch von *Bartels*, Leipzig 1871. S. 451.

2) Artikel *Augustinus* in Ersch und *Gruber's* Encyklopaedie, 5. Band, Halle 1833. S. 393 ff.

3) *Sanctus Augustinus*, De civitate Dei, liber XVI. cap. 9.

4) *Peschel*, Geschichte der Erdkunde bis auf *A. v. Humboldt* und *Carl Ritter*, München 1865. S. 88.

5) *Lactantius*, Divinae institutiones, liber III. cap. 24.

6) *Nicolai Copernici* Thorunensis De Revolutionibus Orbium Coelestium libri VI (Säkularausgabe), Thoruni 1873. Dedicatio.

7) *Cantor*, Mathematische Beiträge zum Culturleben der Völker, Halle 1863. S. 277 ff.

8) *Peschel*, S. 88.

9) Ibid. S. 88.

10) Ibid. S. 88.

11) *Schiaparelli*, Die Vorläufer des *Copernicus* im Alterthum, deutsch von *Curtze*, Leipzig 1876. S. 81 ff.

12) Ibid. S. 25 ff.

13) *Cantor*, Graeko-indische Studien, Zeitschr. f. Math. u. Phys. 22. Jahrg. Hist.-liter. Abtheil. S. 21.

14) *Günther*, Recension zu *Schiaparelli*, Vierteljahrsschr. d. astronom. Gesellschaft, 11. Jahrg. S. 256.

15) Ravennatis Anonymi Geographia, ed. *Pinder-Parthey*, Berolini 1860. S. 21 ff.

16) Aethici Istrici Cosmographia, ed. *Wuttke*, Lipsiae 1854. S. 8. *Pertz*, De cosmographia Ethici, Berolini 1853.

17) *Peschel* S. 90.

18) *Poggendorff*, Biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exakten Wissenschaften, 2. Band, Leipzig 1863. S. 1198.

19) *G. J. Bauer*, Virgilius a Zacharia Papa et Bonifacio ob assertos antipodas haereseos inique postulatus, Lipsiae 1752.

20) Calvisii antiquae lectiones ad sacrum ordinem digestae, ed. *Basnage,* Tom. III., Arnstelodami 1725.

21) Ibid. S. 273.

22) *Peschel,* S. 90.

23) Beda Venerabilis, De Mundi coelestis et terrestris constitutione liber, *Opera,* Tom. I., Coloniae 1612. S. 323 ff.

24) *Heis,* Kalendarium und Ostertafel *Karl's* des Grossen, Wochenschrift für Astronomie, Meteorologie und Geographie, Neue Folge 6. Jahrg. S. 289.

25) *Cantor,* Math. Beitr. etc. S. 285.

26) *Peschel,* S. 91.

27) *Létronne,* Recherches géographiques et critiques sur le livre De Mensura Orbis Terrae par Dicuil, Paris 1814. S. 82.

28) *Peschel,* S. 80.

29) Ibid. S. 82.

30) *Günther,* Anfänge und Entwickelungsstadien des Coordinatenprincipes, Denkschr. d. naturf. Gesellsch. zu Nürnberg, 6. Band, S. 19 ff.

31) *Dante Alighieri's* göttliche Komödie, übersetzt von *Karl Witte,* Leipzig 1876. S. 182.*)

32) *Usener,* Ad historiam astronomiae symbola, Bonnae 1876. S. 17.

33) *F. v. Raumer,* Geschichte der Hohenstaufen und ihrer Zeit, 5. Band, Reutlingen 1829. S. 349.

34) *De Simoni,* Intorno alla vita ed ai lavori di Andalò di Negro matematico ed astronomo Genovese del secolo decimoquarto ed'altri matematici e cosmografi Genovesi, Bullettino delle scienze matematiche e fisiche, Tomo VII. S. 324.

35) Gerberti postea Sylvestri II. P. M. ord. S. Benedict. Geometria, eruta ex M. S. Cod. inclyti Monasterii ad D. Petrum Salisburg. O. S. B. a P. Bernardo Pez, Augustae Vindelicorum 1721. Cap. 93.

36) Notices et extraits des manuscrits de la bibliothèque nationale et autres bibliothèques, Tome V., Paris An VII. S. 243 ff.

37) Ibid. S. 258 ff.

38) Ibid. S. 259.

39) Ibid. S. 260.

40) Ibid. S. 261.

---

*) Für künftig einfach als „*Dante*" bezeichnet.

41) *Joannes a Sacro Bosco,* De sphaera, ed. prima fol. Venetiis 1499.

42) *Dante,* S. 18.

43) Ibid. S. 64.

44) Ibid. S. 112.

45) Ibid. S. 230.

46) *Schmidt,* Ueber *Dante's* Stellung in der Geschichte der Kosmographie, 1. Theil, Graz 1876.

47. Id., *Dante's* Ansichten von Meeresniveau und Festlandserhebung, Tageblatt der 48. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, S. 242.

48) Francisci Patritii nova de universis Philosophia, Ferrariae 1791. II. (De Panarchia) Lib. XXVI. S. 131.

49) *Draper,* S. 152.

50) *Ruge,* Die Weltanschauung des *Columbus,* Dresden 1876. S. 14.

51) *Schneid, Aristoteles* in der Scholastik, Eichstätt 1875. S. 24 ff.

52) *Jessen,* Der Kosmos in Deutschlaud, Deutsche Vierteljahrsschrift, 31. Jahrg. 1868, S. 220 ff.

53) *v. Prantl, Galilei* und *Kepler* als Logiker, Sitzungsber. d. bayr. Akad. phil. u. hist. Klasse, Jahrg. 1875, II. S. 394 ff.

54) *Albertus Magnus,* Tractatus I. de homine secundum statum ejus in se ipso, Opera ed. P. Jammy, Lugduni 1651, Tom. XIX. S. 355.

55) Fratris *Rogeri Bacon* ordinis Minorum Opus Majus ad Clementem quartum, pontificem Romanum, ed Jebb, Londinii 1733. S. 112.

56) *Schiaparelli,* S. 56 ff.

57) *Bacon,* S. 113.

58) *Günther,* Ziele und Resultate der neueren mathematisch-historischen Forschung, Erlangen 1876. S. 33.

59) *Beckmann,* Zur Geschichte des copernicanischen Systems, Braunsberg 1861. S. 5.

60) *Poggendorff,* 1. Band, S. 19.

61) *Dante,* S. 35.

62) Ibid. S. 182.

63) Ibid. S. 235.

64) *Dante Alighieri's* göttliche Komödie übersetzt und erläutert von *Friedich Notter,* 1. Theil, Stuttgart 1871. S. 119.

65) *Dante,* S. 326.

66) *Günther,* Die Vorgeschichte des *Foucault*'schen Pendelversuches, Sitzungsber. d. Erlanger phys.-medicin. Soietät, 5. Heft, S. 67.

67) *Libri,* Historie des sciences mathématiques en Italie, Tome II., Paris 1838. S. 182.

68) *Peschel,* Geschichte des Zeitalters der Entdeckungen, Augsburg 1861. S. 97.

69) *Montucla,* Histoire des Mathématiques Tome I, Paris 1758. S. 238.

70) *Maedler,* Geschichte der Himmelskunde von der ältesten bis auf die neueste Zeit, 1. Band, Braunschweig 1873. S. 119.

71) *Quetelet,* Histoire des sciences mathématiques et physiques chez les Belges, Bruxelles 1871. S. 59.

72) *Schanz,* Der Cardinal *Nicolaus von Cusa* als Mathematiker, Rottweil 1872.

73) Id.,*) Die astronomischen Anschauungen des *Nicolaus von Cusa* und seiner Zeit, Rottweil 1872.

74) *D. Nicolai de Cusa* Cardinalis, utriusque juris doctoris, in omnique philosophia incomparabilis viri opera, Basiliae 1565. Insunt tres libri de docta ignorantia.

75) *Clemens, Giordano Bruno* und *Nicolaus von Cusa,* Bonn 1847. S. 96.

76) *Neumann,* Ueber die Principien der *Galilei-Neumann*'schen Theorie, Leipzig 1870.

77) Ibid. S. 15.

78) *Schmitz-Dumont,* Zeit und Raum in ihren denknothwendigen Bestimmungen abgeleitet aus dem Satze des Widerspruches, Leipzig 1875. S. 47 ff.

79) *Clemens,* S. 97.

80) *Schanz,* S. 14.

81) *Clemens,* S. 101.

82) *Schanz,* S. 7.

83) Ibid., S. 9.

84) Ibid., S. 10.

---

*) Für künftig „*Schanz*".

85) Ibid. S. 12.

86) *Schiaparelli*, S. 28.

87) *Curtze*, Die mathematischen Schriften des *Nicole Oresme*, Berlin 1870. S. 15.

88) *Clemens*, S. 98.

89) *Henri Martin*, Hypothèse astronomique de *Philolaus*, Bull. delle scienze mat. e fis. Tomo V. S. 127 ff.

90) *Schanz*, S. 13.

91) *Schiaparelli*, S. 13 ff.

92) *Maedler*, S. 119.

93) *Schiaparelli*, Le sfere omocentriche di *Eudosso*, di *Calippo* e di *Aristotele*, Milano 1874.

94) Ibid. S. 52 (169).

95) *Bossut*, Essai sur l'histoire générale des mathématiques, tome I., Paris 1802. S. 246.

96) *Rixner-Siber*, Leben und Lehrmeinungen berühmter Physiker am Ende des XVI. und am Anfange des XVII. Jahrhunderts, Sulzbach 1819. V. S. 210 ff.

97) Ibid. S. 157 ff.

98) *Schanz*, S. 17.

99) *Schoner*, Opusculum geographicum ex diversorum libris ac cartis summa cura et diligentia collectum, Norimbergae 1533. Cap. II.

100) *Doppelmayr*, historische Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern, Nürnberg 1730. S. 22.

101) *Wolf*, Astronomische Vierteljahrschrift, 11. Jahrg. S. 222.

102) *Maedler*, S. 145.

103) *Gherardi*, Einige Beiträge zur Geschichte der mathematischen Fakultät der alten Universität Bologna, Deutsch von *Curtze*, Arch. d. Math. u. Phys. 52. Theil. S. 95.

104) *Gassendi, Vita Nicolai Copernici*, Haagae 1642. Auch: Opera miscellanea, Tom. V. S. 441.

105) *Libri*, Tome III. S. 99.

106) *Gherardi*, S. 102.

107) Ibid. S. 103.

108) *Gherardi*, S. 201.

109) *Guilelmi Gilberti* de Magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure Physiologia nova, Londini 1600. S. 212.

110) *Libri,* Tome III. S. 100.

111) *Hieronymi Fracastori* Homocentrica ejusdem de causis criticorum dierum per ea quae in nobis sunt, (Ohne Druckort) 1538.*)

112) *Delambre,* Histoire de l'astronomie du moyen age, Paris 1819. S. 285.

113) *Fracastor,* Blatt 4, 1.

114) Ibid. Blatt 5, 1.

115) Ibid. Blatt 6, 2.

116) Ibid. Blatt 11, 2.

117) Ibid. Blatt 17, 2.

118) Ibid. Blatt 44, 1.

119) Ibid. Blatt 44-, 1 (Eigentlich 45).

120) *Maedler,* S. 140.

121) *Schiaparelli,* Le sfere etc., S. 16.

122) *Caji Plinii* Secundi Historiae naturalis Libri XXXVII., Lib. II. Edit. Bipont. S. 137.

123) *Grothe, Leonardo da Vinci* als Ingenieur und Philosoph, Berlin 1874.

124) *Venturi,* Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de *Léonard da Vinci,* Paris 1797.

125) *Libri,* Tome III, S. 46.

126) Ibid. S. 47.

127) *Leonardo da Vinci* als Naturforscher, Gaea, 11. Jahrg. S. 560.

128) *Venturi,* S. 7 ff.

129) *Whewell,* Geschichte der induktiven Wissenschaften, 2. Theil, deutsch von *J. J. v. Littrow,* Stuttgart 1840. S. 21.

130) *Kaestner,* Geschichte der Mathematik, 4. Band, Göttingen 1800. S. 3.

131) *Dienger,* Ueber die Curve, welche ein Hund beschreibt, der seinem Herrn nachläuft, Archiv d. Math. u. Phys. 15. Theil. S. 335 ff.

132) *Libri,* Tome III., S. 46.

133) *Chasles,* Geschichte der Geometrie, hauptsächlich mit Bezug auf die neueren Methoden, deutsch von *Sohncke,* Halle 1839. S. 26 ff.

---

*) Das von uns gebrauchte Exemplar gehörte dem in § 14 erwähnten *Widmannstadt.*

134) *Carové, Galileo Galilei,* Siegen u. Wiesbaden 1842. S. 47.*)

135) *Libri,* Tome III., S. 103.

136) *v. Gebler, Galileo Galilei* und die römische Curie, Stuttgart 1876. S. 48.

137) *Steinschneider,* Die hebräischen Handschriften der k. Hof- und Staatsbibliothek in München, Sitzungsber. d. bayr. Akad. phil. u. hist. Klasse, Jahrg. 1875, II. S. 181.

138) *Beckmann,* 2. Artikel, Braunsberg 1862. S. 5.

139) Ibid. S. 11.

*) Bei *Carové* ist der Name verdruckt.

Nachtrag.

Es ist uns später gelungen, den Passus, auf welchen *Beckmann* (s. v. § 5) anspielt, in der uns zugänglichen Ausgabe aufzufinden. Die betreffende Hauptthese hat folgenden Wortlaut: „Utraque quidem igitur quiescere impossibile quiescente et terra. Neque enim fierent que videntur. Terra autem supponatur quiescere. Relinquitur autem aut utraque moveri: aut hoc quidem moveri: hoc autem quiescere.“ Hiezu folgt dann eine detaillirte Auslegung: „Circa quod dicit quod imposibile est dicere quin utrunque quiescat scilicet stella et orbis: si supponatur quin etiam terra quiescat. Non enim posset salvari apparens motus stellarum: si et stellae quae videntur moveri quiescerent: et orbes qui videntur. Quin etiam motus appareat: causatur ex motu visibilis vel ex motu videntis. et ideo quidam ponentes stellas: et totum celum quiescere: posuerunt terram in qua nos habitamus moveri ab occidente circa polos equinoctiales quoslibet die semel. et ita per motum nostrum videntur nobis quidem stelle in contrarium moveantur: quod quidem dicitur posuisse eraclitus ponticus: et aristarcus. supponit autem *Aristoteles* ad penitus quin terra quiescat...“ Naturphilosophische Gründe lassen den Aquinaten diese ganz richtig ausgedrückte Ansicht, welche im Verlauf einer allgemeineren kosmologischen Speculation (Divi Thome Aquinatis sacri predicatorum ordinis in libros *Aristotelis* de celo et mundo praeclarissima commentaria cum additionibus Petri de alvernia ejusdem ordinis, ohne Druckort 1495, S. 38ff.) an ihrem Orte auftritt, natürlich verwerfen, allein man sieht doch, wie genau er die einschlägigen Fragen kennt. Wenn wir an dieser Stelle die vielleicht interessanten Bemerkungen, zu welchen die Worte des gelehrten Heiligen reichlich Veranlassung geben, nicht weiter verfolgen, so geschieht diess einzig deshalb, weil eine zusammenhängende Darstellung der aquinatischen Physik geradezu unumgängliches Bedürfniss geworden ist, und wir einer solchen nicht vorgreifen wollen.

Namen-Index.

Adam (von Bremen) 8.
Adhémar 37.
Aethicus (Ethicus) 5.
d'Ailly (Petrus Alliacus) 18.
Albategnius 39.
Albertus Magnus 16. 17.
Albumasar 37.
Alcuin 7.
Alfraganus 17. 21.
Algazel 21.
Al Mamun 2.
Alpetragius 21. 39.
Alphons 15. 27.
Aristarch (von Samos) 17. 31.
Aristoteles 10. 16. 18. 22. 29. 39.
Augustinus 2. 3.
Averroës 16.
Avicenna 21.

Bacon (Roger) 16. 17. 25.
Beckmann 18.
Beda 7.
Bianchi 37.
Bonifacius 6.
Bossut 34.
Bruno (Giordano) 34.

Calcagnini 46.
Calippus 38. 39.
Calvisius 6.
Cantor 5.
Carové 46.
Cicero 34.
Clemens 26. 27. 28. 30.
Columbus 14. 15. 19. 22.
Copernicus 2. 3. 15. 19. 24. 34. 35. 36. 37. 38. 40. 42. 43. 45. 46.
Cosmas (Indicopleustes) 2. 3. 4. 5. 8.
Curtze 27.
Cusa (Nicolaus von) 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 36.

Dante (Alighieri) 6. 8. 12. 13. 19. 20. 21. 22.
Delambre 39.
Dicuil 7.
Dienger 45.
Domenico Maria 35. 36. 37.
Doppelmayr 35.
Draper 2. 3.

Ecphantus 34.
Eudoxus 19. 33. 38. 39.

Ferro (Scipione) 36.
Fontenelle 34.
Fracastor 37. 38. 39. 41. 42.

Galilei 25. 34.
Gassendi 36. 46.
v. Gebler 46.
Gerbert (Papst Sylvester II.) 10.
Gherardi 37.
Gilbert 37.
Godesscale 7.
Grothe 43.

Hartmann 35.
Heis 7.
Heraclides Ponticus 34.
Herschel (William) 26.
Hieronymus 17.
Hipparch 38. 42.
Hooke 43.
v. Humboldt (Alexander) 16.

Isidor (von Sevilla) 3. 7.
Jöcher 6. 46.
Josua 17.

Karl d. Grosse 7.
Kepler 37. 38.

Lactantius 2. 3.
Laplace 41.
Legrand d'Aussy 10. 11.
Leibnitz 25.
Libri 21. 22. 36. 37. 38. 42. 43. 45. 46.
Lionardo da Vinci 42. 43. 44. 45.

Macrobius 2.
Mädler 23. 32. 36. 41.
Marcianus Capella 2.
Marino Sanuto 9.
Martin (de Rennes) 29.
Maupertuis 13.
Max II. (von Bayern) 23.
Montfaucon 5.
Montucla 23.

Napoleon I. 9.
Negro (Andalò di) 9.
Neumann 25.
Newton 25. 43.
Nicetas (richtiger Hicetas) 34.
Notter 20.

Omons 10. 11.
Oresme 27.

Pappus 45.
Parthey 5.
Patricius 4.
Patrizio (Francesco) 14.
Paul V. (Papst) 35.
Pertz 8.
Peschel 3. 4. 5. 7. 8. 13. 14. 22.
Peurbach 24. 41.
Philolaus 29. 31.
Pinder 5.
Plato 5. 10. 21. 27.
Plinius 41.
Plutarch 34.
Praetorius 35.
von Prantl 16.
Poggendorff 6. 18. 46.
Poleni 45.
Ptolemaeus 10. 17. 19. 22. 36. 38. 41.
Pythagoras 21. 28. 29. 34.
Pytheas 8.

Quetelet 23.

v. Raumer (Friedrich) 9.
Regiomontanus (Joh. Müller) 23. 24. 35. 36.
Rhabanus Maurus 7.
Rixner 34.
Ruge (Sophus) 14.

Sacro Bosco 11. 35.
Salomon 17.
Schanz 23. 26. 27. 31. 32. 35.
Schiaparelli 2. 5. 27. 33. 41.
Schmick 14.
Schmidt 13. 14.
Schmitz-Dumont 25.
Schneid 16.
Schönfeld 33.
Schoner 35. 36.
Siber 34.
Simplicius 33.
Stadius 37.
Suso 20.

Tallavia 46.
Thomas (Aquinas) 4. 18. (*Nachtrag*).
Timaeus 21.
Tiraboschi 46.
Toscanelli 22.
Turri 38. 39.

Usener 9.

Venturi 42. 43.
Vergilius 6.
Virgilius 5. 6. 8.
Whewell 43.
Widmannstadt 46.
Wilson 26.
Witte 12. 20.
Wolf 23.
Wuttke 5.

Zacharias (Papst) 5. 6.

Halle, Druck von E. Karras.

Die Lehre

von der

Erdrundung und Erdbewegung

im Mittelalter

bei den Arabern und Hebräern

von

Dr. Siegm. Günther,

Kgl. bayr. Gymnasialprofessor, Mitglied der Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher.

Halle a/S.

Verlag von Louis Nebert.

1877.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

II. Araber.

§ 1. Die wissenschaftliche Bildung des arabischen Volkes ist, wie wohl allseitig zugegeben wird, durchaus bedingt durch fremde, theils griechische, theils indische Einflüsse, und zumal in den mathematischen Disciplinen lassen sich die dem Osten und Westen entstammenden Bildungselemente mit grosser Genauigkeit unterscheiden. So war es denn natürlich auch mit der Geographie der Araber, deren exakte Seite uns in diesem zweiten Abschnitte unserer Untersuchungen beschäftigen soll. Mag auch der Beitrag, welchen Indien geliefert, quantitativ genommen der geringere sein und vor der Menge des aus dem oströmischen Kaiserreiche herübergenommenen Stoffes in den Schatten treten, so ist doch auf der anderen Seite die indische Einwirkung zweifellos die chronologisch ältere, und speciell auf dem astronomischen Gebiete müssen wir das östliche Nachbarland als das zuerst massgebende betrachten. Schon ehe an die Uebertragung der Fundamentalwerke eines *Ptolemaeus*, ja selbst eines *Euclid*, in die arabische Sprache gedacht ward, trat am Hofe des Chalifen *Al Mansur*, wie uns *Albiruni* 1) bezeugt, das unter dem Namen Sindhind bekannte indisch-astronomische System auf (772 n. Chr.), und die Hofastronomen dieses ersten wissenschaftlich angehauchten Herrschers suchten diese Wissensquelle durch Uebersetzungen und Bearbeitungen auf das Eifrigste auszubeuten. Der zweite Nachfolger *Al Mansur's*, der geistreiche *Abdallah al Mamun*, wusste diese ersten Strebungen in glücklichster Weise dadurch zu fördern, dass er durch Heranziehung der stellenweise noch übrig gebliebenen christlich-orientalischen Gelehrsamkeit seinem Volke auch die Berührung mit altgriechischem Wissen vermittelte, und so inaugurirte sich

jener für die Gesammtwissenschaft so unendlich heilsam gewordene Verschmelzungsprocess, den zu verwirklichen der Islam berufen schien. Für's Frste trat freilich der indische Einfluss zurück, „es versiegte", wie sich *Hankel* 2) treffend ausdrückt, „der von Osten gekommene Strom in der arabischen Astronomie, die immer mehr und mehr in den gewaltigen Strom, der sich von Westen her über sie ergoss, eintauchte". So wichtig diese Aufsaugung des Indischen durch das Hellenische auch im Allgemeinen für die geschichtlich-mathematische Forschung ist — speciell für die Primärgeschichte der von uns hier zu behandelnden mathematisch-geographischen Fragen bleibt jenes Verhältniss ohne Belang, denn für diese war der Standpunkt der Inder wie der Griechen wesentlich der nämliche.

So blieb der jung aufblühenden scientifischen Entwickelung der Saracenen jener traurige Zustand der Stagnation erspart, welchen wir in den ersten Paragraphen des vorigen Abschnittes als eine culturhistorisch immerhin bedeutsame Episode zu schildern hatten, und wenn wir jetzt gemäss unseres bisher befolgten Planes die Stellung uns betrachten, welche die arabischen Gelehrten zur Lehre von der Kugelgestalt der Erde einnahmen, so haben wir sicherlich wenigstens keine Geschichte der Irrthümer zu schreiben. Wie hat dann aber, diese Frage erscheint nicht unberechtigt, das in der ersten Abtheilung durchgeführte Programm auch jetzt noch Geltung, wo wir doch gleich im ersten Anfang die Ueberzeugung, dass die Erde sphärisch sei, als eine wissenschaftlich feststehende erkennen? Nun, in doppelter Beziehung halten wir strenges Festhalten an jenem Plane für geboten. Es wird uns nämlich vorerst die Pflicht erwachsen, an gewissen charakteristischen Beispielen darzuthun, wie rasch und vollständig Arabiens Mathematiker und Geographen die Grundwahrheit nicht nur anzunehmen, sondern auch gründlich zu durchdringen verstanden; es wird sich an zweiter Stelle darum handeln, jenem Satze nicht nur in den mathematischen Fachwerken, sondern auch in den mehr populär geschriebenen Literaturerzeugnissen nachzuspüren und alsdann dessen weite Verbreitung und allseitige Anerkennung zu constatiren.

§ 2. Gleich unter *Al Mamun's* Regierung begegnen wir einem wissenschaftlichen Unternehmen ersten Ranges, der lange noch nicht hinlänglich gewürdigten Breitengradmessung. Besonders

bedeutsam nennen wir diesen Versuch, weil wir es für unmöglich halten, dass derselbe auf griechische Basis zurückzuführen sei. Die Namen der griechischen Geodäten *Eratothenes* und *Posidonius* mochten zu jener Zeit, die sich eben erst dem mühseligen Studium des Almagestes zuwandte, wohl kaum bekannt sein; vielmehr scheint man den Plan, die Erdkugel direkt auszumessen, spontan oder aber durch indische Tradition inspirirt gefasst zu haben. Diess letztere ist um so wahrscheinlicher, weil eben damals jene noch die herschende war — man denke nur an die um diese Zeit entstandene erste Algebra des *Mohammed ben Musa.*

Eine kurze Nachricht von dieser drittältesten Gradmessung ist fast in alle bezüglichen Schriften übergegangen, ohne dass man jedoch meist auf die Quellen selbst zurückgegangen wäre. Es sind deren in der Hauptsache zwei, deren eine jüngere allerdings den Stempel der grösseren Exaktheit trägt, während die ältere — allerdings nur in Uebersetzung vorhandene — weniger scharf gehalten ist. *Ibn Ibunis*, der scharfsinnige Hofastronom der Fatimidenherrscher, berichtet uns in seinem „Buch von der grossen hakemitischen Tafel" 3), wie *Al Mamun* vom einem bestimmten Platze in der palmyrenischen Ebene aus je einen Gelehrten*) nach Norden und nach Süden sandte, um in der Meridianrichtung je die Länge eines Breitegrades zu ermitteln. Um das erhaltene Ergebniss von 57 arabischen Meilen zu verificiren, ward dann die grosse Messung in der Ebene Sindjar veranstaltet**), welche der besseren Controle

*) *Peschel*, dessen wie immer treffliche Darstellung wir auch hier gerne zu Grund legen 4), rechnet es den Arabern zum besonderen Verdienste an, die astronomisch markirte Distanz auf der Oberfläche der Erde nicht blos, wie vordem ausschliesslich geschehen, abgeschätzt sondern wirklich gemessen zu haben. Uns scheint damit dem *Eratosthenes* ein kleines Unrecht zu geschehen, denn wenn auch natürlich für ihn nicht daran zu denken war, zwischen Syene und Alexandria die Messkette auszuspannen, so konnte er sich dafür auf die treffliche Landesvermessung beziehen, deren sich das Königreich Aegypten rühmen durfte.

**) Da es doch — schon aus äusserlichen Gründen — nicht dem mindesten Zweifel unterworfen ist, dass die arabische Gradmessung in den Ebenen Mesopotamiens vorgenommen wurde, da sogar *Ibn Iunis* den Namen der Stadt nennt, welche als gemeinsamer Schlusspunkt diente, ist es unverständlich, wieso ältere Darstellungen dazu kommen, den Ort des wichtigen Unternehmens ganz wo anders hin zu verlegen. So berichtet *Kordenbusch* 5) in seiner Bearbeitung des wenig bekannten

halber jetzt gleich durch zwei Collegien von Messkünstlern in's Werk gesetzt ward. „Der Chalif," schreibt *Peschel* (a. a. O.), „befahl nun anderen Astronomen, den Versuch auf der Ebene von Sindjar, nördlich vom Euphrat, zu wiederholen, und das Ergebniss lautete auf 56 $^1/_4$ Meilen für einen Grad an den Mittagskreisen. Wahrscheinlich um eine runde Grösse und das Mittel aus beiden Messungen zu erhalten, nahm man schliesslich 56 $^2/_3$ Meilen für den Längenwerth eines Erdbogengrades an." So und nur in diesem Sinne sind die Worte des zweiten oben namhaft gemachten Zeugen aufzufassen, des berühmten Astronomen *Mohammed ben Katir al Fergani*, von dem ihn hochverehrenden Abendland in *Alfraganus* umgewandelt, und dieses Mannes Zeugniss gilt uns besonders viel, weil er ein unmittelbarer Zeitgenosse war, vielleicht sogar aus Autopsie berichten konnte*). Nachdem er den Grundgedanken jeder Gradbestimmung auseinandergesetzt hat, fährt *Alfragan* in der uns vorliegenden (von *Regiomontanus* herrührenden) Uebersetzung so fort 8): „Invenimus igitur per hoc, quod portio unius gradus circuli ex rotunditate terrae sit 56 milliarium, et duarum tertiarum unius milliarii per milliarium, quod est 4000 cubitorum per gradus aequales, secundum quod sollicite probatum est in diebus Almehon, et convenerunt super probationem ejus sapientes plures numero."**)

---

historischen Werkchens von *Cassini:* „Ein Kollegium ... erhielte Befehl, in dem Felde *Fingas*, nahe an dem Ufer des rothen Meers, eine Abmessung eines Grades des Meridians auf dem Erdboden abzumessen."

*) Es ist die Lebenszeit des *Alfragan* nicht ganz genau festgestellt: der Angabe *Peschel's*, derselbe sei im Jahre 830 unserer Zeitrechnung gestorben, steht diejenige *Steinschneider's* mit gewichtiger Gegnerschaft gegenüber 6), welcher 833 oder 844 als Todesjahr angesehen wissen will. Immerhin haben wir einen trefflichen Anhaltspunkt für die Epoche seiner wissenschaftlichen Thätigkeit: er beobachtete eine totale Sonnenfinsterniss in der Stadt Raqqua, und dieses Phänomen fällt nach einer exakten von *D'Arrest* angestellten Rückwärtsrechnung auf den 14. Mai des Jahres 812 n. Ch. 7). Da jenes Raqqua um aber auch zugleich der Knotenpunkt der mesopotamischen Gradmessung war, so liegt — was noch nicht beachtet worden zu sein scheint — die Vermuthung gewiss nicht ferne, der baktrische Astronom habe bei dieser letzteren sich selbst aktiv betheiligt.

**) Die Sprache der Quellen ist eine so unzweideutige, dass ein Missverständniss kaum denkbar erscheint. Gleichwohl behauptet *Maedler* 9),

Mit dieser Leistung hatte das arabische Volk gezeigt, dass es in einer Wissenschaft, welche damals und noch lange danach allwärts sonst darniederlag, nicht allein das Gebotene vollkommen zu recipiren, sondern auch um ein Tüchtiges darüber hinauszugehen vermöge. Mag auch der numerische Werth, der für den Umfang der Erdkugel resultirte, noch weit von der Wahrheit abstehen,*) soviel steht fest, dass ziemlich um dieselbe Zeit, wo der Bischof *Virgilius* (S. 6) die alte Fundamentalwahrheit der mathematischen Erdkunde erstmalig aus dem Schutt der Vergangenheit an's Licht zog, dieselbe den Arabern bereits in Fleisch und Blut übergegangen war.

§ 3. Verbleiben wir zunächst noch einige Zeit bei den Vertretern der exakten Wissenschaft. Wir finden, dass bereits *Alfraganus* die für die Kugelgestalt sprechenden Gründe in streng sachlicher Weise vorführt, in einer viel correkteren Weise sogar, als dies so mancher neuere populäre Leitfaden thut. Sehr mit Recht hat vor einigen Jahren *Birnbaum* 11) darauf hingewiesen, dass doch eigentlich die meisten dieser gangbaren Gründe nichts als Schein-Argumente seien und dass nur Ein mathematisch unangreifbarer Beleg bestehe: das gleichmässige Verschwinden und Auftauchen der Sterne am Horizont bei Bewegungen im Meridian, die Verfrühung und Verspätung der Auf-, resp. Untergänge bei Bewegungen im Parallelkreis. Ausschliesslich auf diesem Gebiete bewegt sich denn auch des Arabers drittes Capitel 12): „Quod terra cum omnibus suis partibus terrestribus et marinis est ad instar sphaerae.“ Dem positiven Beweisverfahren schliesst sich bei ihm dann das indirekte an: „Item si esset terra plana extensa: non accideret ei aliquid de hoc quod narramus, et esset

---

die beiden Gradmesser-Gruppen hätten abweichende Resultate für Einen Grad gefunden, nämlich resp. 56 und $56\,^2/_3$ Meilen. Ersichtlich liegt hier nichts weiter vor, als eine irrthümliche Verwechselung der beiden Gradmessungen von Tadmor und vom Euphrat, aus welchen als arithmetisches Mittel $^1/_2\,(57 + 56\,^1/_4)$ gleich ungefähr $56\,^2/_3$ Meilen gefunden ward.

*) Betreffs der verschiedenen Angaben und Hypothesen über die Grösse des arabischen Masses, welche für unseren unmittelbaren Zweck gleichgültig ist, vergleiche man die von immenser Belesenheit zeugende Darstellung *Peschel's* 10).

ortus syderum super universas terrae partes in uno tempore. Et si aliquis abiret in terram inter septentrionem et meridiem, non occultaretur ei aliquid ex syderibus quae semper apparent, nec appareret ei aliquid de his quae semper sunt occulta."

In dieser und ähnlicher Weise werden wir uns also stets die Gründe zn denken haben, welche die arabische Astronomie zu Gunsten einer sphärisch gekrümmten Erde geltend zu machen wusste. Zweifel daran gab es kaum, ein einziger Fall von Skepsis wird von *Peschel* mit Hinweis auf eine pariser Handschrift namhaft gemacht 13): „Nur *Ibn El Wardi* (der nach Einigen um 1233 n. Chr. gelebt, nach Anderen erst 1348 gestorben sein soll) erwähnt beiläufig, dass die Einen die Erde tafelförmig, die Anderen sie für eine Halbkugel, noch Andere für eine Kugel, noch Andere für hohl, noch Andere für einen mit Axenbewegung begabten Körper hielten." An diese letzte Aeusserung werden wir nachmals anzuknüpfen haben; von den unwissenschaftlichen Hypothesen aber wird im 5. Paragraphen ausführlicher die Rede sein.

Eine eingehende und streng wissenschaftliche Erörterung der Sphäricität finden wir bei jenem Marokkaner *Abul Hassan Ali,* mit dessen praktischer Astronomie uns *Sédillot* der Aeltere in so mustergültiger Weise bekannt gemacht hat 14). Die Astronomie beweise, heisst es dort 15), dass die Erde absolut sphärisch sei mit einer durch Berge und Vertiefungen nur ganz unbedeutend entstellten Oberfläche, dass die Figur jedes auf der Erde stehenden Menschen einen verlängerten Erdradius repräsentire, dass also zwei Perpendikel nicht eigentlich parallel sein könnten, dass endlich gleichen auf der Erde abgemessenen Distanzen auch nothwendig gleiche Bögen am Himmel entsprächen. Eigenthümlich und bemerkenswerth ist die Begriffsbestimmung des Horizontes: „En quelque point de la terre qu'un homme soit placé, il voit la moitié du ciel, à une quantité insensible près, et l'autre moitié lui est cachée, à une quantité près, aussi insensible." In diesen Worten „bis auf einen sehr kleinen Theil" ist offenbar die Unterscheidung scheinbarer-wahrer Horizont enthalten. So viel, damit beschliesst der Autor seine Einleitung, müsse man von der Configuration von Himmel und Erde verstehen, um mit Erfolg die astronomischen Werkzeuge handhaben zu können.

Auf diese ihre logischen Gründe für die Kugelform des

Erdkörpers scheinen die Araber Gewicht gelegt zu haben; sie widmeten ihnen sogar monographische Darstellungen. So schrieb der berühmte Arzt *Abubekr er-Rasi* (bekannt als *Rhazes*, gestorben zwischen 923 und 932) nach Angbe des *Ibnol-Kofthi* ein Buch „von der Gestalt der Welt" 16) und ein ebensolches, „dass die Erde kugelförmig" 17). Diese Titel präcisirt, wie uns *Hammer-Purgstall* mittheilt, ein anderer arabischer Scholiast genauer: jenes erstgenannte handelt 18) „von der Gestalt der Welt, um zu zeigen, dass die Erde rund sei, dass sie inmitten des Himmels um zwei Pole sich dreht, dass die Sonne grösser als der Mond, der Mond kleiner als die Erde," und im zweiten soll gezeigt worden sein 19), „dass man ohne Beweis nicht begreifen kann, dass die Erde rund und doch oben und unten von Menschen bewohnt ist." Letzgenanntes Opus ist uns wohl nicht verloren, denn die Münchener Manuskriptensammlung bewahrt, wie uns Herr *Steinschneider* freundlichst notificirte, eine den vom Biographen *Ibn Ali Oseibia* genannten Titel tragende Handschrift, „das Buch, dass derjenige, der keine Uebung im Beweise hat, sich nicht vorstellen kann, dass die Erde kugelförmig sei und die Menschen (rings) um dieselbe seien". Die Aehnlichkeit der Titel ist allerdings frappant. — Anch sonst scheinen *Hammer's* Angaben zufolge die morgenländischen Aerzte diesem Gegenstand ihre Theilnahme zugewandt zu haben; so erscheint unter den zahlreichen medicinischen Werken des bekannten *Kostha ben Luca* auch eines 20) „der Gestalt der Kugel und der Sphären" — eine wohl den Gegensatz des Terrestrischen und Coelestischen andeutende Tautologie. Und hierher gehört wohl auch das in lateinischer Version auf uns gekommene Schriftchen des Sabäers *Thabit ben Korra* „de imaginatione sphaerae", denn diess beginnt nach *Steinschneider* 21) mit den Worten: „Nos juxta imaginationem rectam inchoantes astrologiam intelligamus mundum esse sphericum corpus; et solidum: cujus centrum est punctus, qui est in medio terrae: et centrum terrae dicitur."

§ 4. Dass der ganze mathematisch-geographische Calcul der Araber die sphärische Erde zur nothwendigen Voraussetzung hatte, leuchtet von selbst ein. Und obwohl man auch im Orient mit der falschen und unheilvollen Ansicht nicht zu brechen wagte, dass das Festland der Erde nur 180 Grad in Länge überspannen könne (vgl. S. 9), obwohl sich der weitere für das spätere Mittel-

alter so verderblich gewordene Irrthum von einer „zona inhabitabilis“ mit einmischte*), so verfiel man doch nicht in den anscheinend naheliegenden Fehler**), an der Kugelform nachträgliche

*) *Peschel* hat den gewaltigen Einfluss, welchen die aprioristische Vorstellung von unbewohnbaren Erdregionen auf die ganze gestaltende Erdkunde der Morgenländer ausübte, nicht voll gewürdigt. Er kann sich offenbar die sonderbare Configuration, welche der afrikanische Continent unter den Händen der Araber annahm (s. Fig. 1, dargestellt nach

Fig. 1.

Edrisi), nicht erklären, er sucht den Grund in einem mangelhaften Verständniss des *Ptolemaeus* 22). „In Folge dessen ragte nach den Vorstellungen der Araber unser Südhorn Afrika's nicht gegen den australischen Pol, sondern war östlich nach der malayischen Inselwelt gekrümmt.“ *Peschel* nennt eine solche Verdrehung des Thatbestandes um so unverzeihlicher, als doch arabische Kauffahrer ständig jene Küsten berührten. Das aber ist es eben. Man wusste durch die Berichte der Reisenden, dass jene Gegenden allerdings bewohnt seien, theoretisch durfte diess aber bis über einen gewissen Breitegrad hinaus nicht mehr der Fall sein, und da blieb nur übrig, den unbequemen Erdtheil, der sich der fixen Idee nicht unterordnen wollte, allen Polhöhebestimmungen zum Trotz in östlicher Richtung umzubiegen. — Nur von *Albumasar* wissen wir, dass er gegen die Hypothese der Unbewohnbarkeit polemisirte 23).

**) Wir meinen, dass es mit der Zusammendrängung der ganzen bekannten Erde in eine einzige Hemisphäre sehr leicht dahin kommen konnte, dem sphärischen Pol des Grenzkreises — durch den also der Theilungsmeridian von Arin-Tybene lief — eine nicht lediglich relative sondern vielmehr auch eine absolute Erhebung über jenen Kreis zuzuschreiben. *Massudi*, der uns in seinem phantastischen Buch über die

Correctionen im Sinne des Columbus anzubringen (vgl. S. 14). Die fixe Idee, dass nur ein sehr beschränkter Theil des Erdballs wirklich bewohnt werden könne, finden wir bereits sehr frühe, in dem bewussten Conpendium des *Alfragan*, vor; das sechste Kapitel derselben giebt der Irrlehre eine exacte Form, indem es handelt 25) „De esse vel forma quartae habitabilis de terra, et summa eorum quae accidunt in ea, de revolutione orbis et diversitate noctis et diei".

Eine weitere aus der Sphäricität mit Nothwendigkeit fliessende Lehre ist diejenige von den geographischen Ortsbestimmungen. Die Kunst, solche auszuführen, war den Arabern durchaus geläufig; *Peschel* (a. a. O.) schildert uns sehr ausführlich die Verdienste, welche sich einzelne ihrer Gelehrten, insbesondere *Arzachel, Abul Hassan* und *Albiruni**), um die Correction der ptolemaeischen Daten und Ermittelung neuer Positionen in fernen Ländern erwarben, und *Vasco de Gama* 27) entnahm einem arabischen Seefahrer die Kenntniss jenes für die spätere Nautik so wichtigen Instrumentes zur Fixirung der Polhöhen, des Jacobstabes. Und in der That machte sich die Nothwendigkeit, aus der anerkannten Kugelgestalt der Erde, die Bestimmung der geographischen Constanten eines Ortes herzuleiten, im civilen und religiösen Leben des arabischen Volkes dringend fühlbar; die Zeitmessung beruhte einzig auf der allerdings zur hohen Vollendung gebrachten Kunst**), Sonnenuhren anzufertigen, und des Cultus unumgänglichste Voraussetzung bildet

„Goldwiesen" die arabische Geographie nach ihrer superstitiösen Seite hin kennen lehrt, stand jener Anschauung vielleicht nicht ferne, denn er spricht bereits nach *Sédillot's* Angabe von jenem Meridian als von einer „Kuppel der Erde" 24).

*) Die Messungen *Albiruni's*, welche grossentheils auf die Constanz der bei Karavanen-Märschen beobachteten Geschwindigkeit sich stützten, haben in neuester Zeit eine willkommene Bestätigung erfahren, denn es hat sich nach *Jordan's* Mittheilungen bei der jüngst zu Ende geführten libyschen Expedition die merkwürdige Thatsache herausgestellt 26), dass in der That eine solche Gleichmässigkeit unter verschiedenen Umständen besteht, und dass eine Karavanenstunde approximativ einer früheren deutschen Poststunde gleichzurechnen ist.

**) Eine sehr übersichtliche und klare Beschreibung der orientalischen Gnomonik hat *Sonndorfer* 28) gegeben. Man findet allda auch den Kunstgriff angegeben, welcher es jedem Einelnen ermöglichen sollte, die heilige Linie durch seinen eigenen Körperschatten zu ermitteln.

die Kenntniss der Kebleheh (Quibla), d. h. der Richtung, nach welcher hin der Gläubige die Stadt Mekka zu suchen hatte. *Sédillot* hat uns mit dem rechnerischen Verfahren bekannt gemacht, auf welchem die Ermittelung jener Geraden beruhte 29); auch konnte man zu diesem Behufe ein mechanisch-deskriptives Verfahren*), welches von Seite der mathematisch-historischen Forschung wirklich beachtet zu werden verdient. Eine dritte Consequenz der Erdgestalt offenbart sich in den Projektionen, d. h. in den Abbildungen der Erdoberfläche auf der Papierebene nach festen mathematischen Gesetzen. Hier aber lässt sich von den Arabern nicht viel Rühmliches berichten. Sie kannten zwar sehr wohl Anfertigung nnd Gebrauch künstlicher Globen, wie uns u. a. *Kostha ben Luca's* Traktat „des Operirens mit der künstlichen

*) Diese Methode, welche in der That die Kenntniss und Verwendung darstellend-geometrischer Verfahrungsweisen in ein ungeahnt hohes Alter hinaufrückt, hat vor einigen Jahren ein wissenschaftlich gebildeter ehemaliger persischer Officier, *A. Kržiž*, in einer sehr ausführlichen und reich mit Beispielen ausgestatteten Abhandlung 30) getreulich auseinandergesetzt, ohne dass dieselbe jedoch, vermuthlich ihres etwas schleppenden Styles halber, nach Gebühr bekannt geworden zu sein scheint. Noch heute existirt im Privatbesitze einzelner Perser ein geometrisch-astronomisches Universalinstrument von sinnvollster Einrichtung, dem die Eingeborenen natürlich ein ungeheuer hohes Alter beimessen, während *Kržiž* immerhin geneigt ist, dessen Entstehung in die Periode spätarabischer (oezbegischer) Wissensblüthe, d. h, in die Zeit *Hulagu-Chan's* oder *Ulug-Beigh's*, zu verlegen. Ihm zufolge 31) wird die Kebleheh dadurch sphärisch-trigonometrisch berechnet, dass man — wodurch allerdings ein Fehler bedingt ist — zuerst die Sinusformel für ein geradliniges Dreieck und darnach die sogenannte Cotangentenformel für ein sphärisches zur Anwendung bringt. Kennt man dann den Winkel, welchen die Verbindungslinie Ort-Mekka mit dem durch ersteren hindurchgehenden Mittagskreis einschliesst, und trägt man die Gradanzahl vom Südpunkt aus auf dem Grenzkreis eines Planisphärs der Himmelskugel ab, zieht den zugehörigen Höhenkreis und markirt die Punkte, in welchen dieser die Projectionen der Wendekreise und des Aequators schneidet, so bestimmen diese eine für den nämlichen Ort constante krumme Linie, welche auf der Platte des Astrolabs eingegraben wird und nun bei Sonnenschein durch einen ganz einfachen Mechanismus die Kebleheh auffinden lässt. Kannte man die betreffenden Curven für eine Reihe von Städten, so bestimmten sich diejenigen für Zwischenplätze durch Interpolation.

Sphäre“ 32) beweist*), sie verstanden sich ferner wohl darauf, den Himmel geometrisch auf die Erde zu übertragen, dafür spricht ihre eifrige Beschäftigung mit dem „Planisphär“ des *Ptolemaeus*, welches *Messala* 34) übersetzte und commentirte. Nur im geographischen Fache scheint man die aus den Werken der Griechen entlehnten richtigen Grundsätze vernachlässigt zu haben. Wie uns *Peschel* 35) berichtet, liessen Männer wie *Ibu Hauqual* und *Isstachri* die mathematischen Regeln für Construktion eines Gradnetzes gänzlich ausser Acht, weil man sich darauf nicht recht verlassen könne, und selbst *Abulfeda* wusste jene Regeln nicht sachlich zu benützen. Vielmehr verliessen sich diese Kartographen auf ihr Auge und oberflächliche Orientirung und gelangten so zu Produkten, welche der genannte Autor, gewöhnt, vor allen Dingen auch den ästhetischen Eindruck eines Länderbildes zu berücksichtigen, mit folgenden Worten charakterisirt: „Auf den Darstellungen beleidigen die Verunstaltung der Festlande und die Missgriffe in der Vertheilung der Ländermassen weit stärker als auf den Karten des *Ptolemaeus* . . . Es ist überhaupt bis jetzt noch kein arabisches Länderbild mit Gradnetz gefunden worden, obgleich *Vasco de Gama* eine solche Karte in den Händen des arabischen Lotsen sah, der sein Geschwader von Afrika nach Indien hinüberführte“. Diese Abbildung war eine cylindrische.

§ 5. Unsere Untersuchung berührte bislang exklusiv die eigentlich wissenschaftlichen oder besser gesagt mathematischen Fachkreise. Allein nicht in diese allein schlägt die Frage ein, welche uns hier beschäftigt, vielmehr müssen wir auch die nicht zünftigen Kreise in Betracht ziehen und zusehen, welche Gelegenheit sich ihnen bot, die Gestalt Ihres Wohnorts kennen zu lernen. Wenn wir also im Nachfolgenden eine gedrängte Analyse solcher

*) Es kann bei dieser Gelegenheit auch an den umfassenden Gebrauch erinnert werden, welchen das grosse durchaus arabischen Quellen entstammende Handbuch des Königs *Alphons* von der künstlichen Himmelskugel macht. Der Anfertigung solcher Instrumente aus den allerverschiedensten Materialien wird darin ein beträchtlicher Raum eingeräumt; „die folgenden Kapitel,“ sagt *Maedler* 33), „enthalten eine sphärische Astronomie, in welcher die verschiedenen Aufgaben nicht durch Berechnung, sondern durch den Gebrauch des Globus gelöst werden.“ Erwähnt sei auch der im Dresdener Salon befindliche von *Beigel*, *Schier* und *Drechsler* beschriebene Globus mit kufischer Schrift.

Arbeiten liefern, deren Autoren allerdings Gelehrte waren, aber für ein grösseres Publikum schrieben, so werden sich uns nicht nur die Gründe, welche das arabische Mittelalter zu Gunsten der Erdrundung anführen konnte, in einer wesentlich neuen Gestalt darstellen, sondern es wird unsere Darstellung auch deshalb ein gewisses Interesse beanspruchen können, weil nirgendwo anders — bei *Peschel* nicht ausgenommen — diesem Kapitel eine systematische Behandlung zu Theil geworden ist.

Aus dem zehnten Jahrhundert, also aus jener Zeit, wo sich das arabische Wissen erst eines Alters von allerhöchstens 200 Jahren rühmen durfte, steht uns nun eine treffliche Quelle zur Verfügung. Eine philosophische wo nicht freimaurerische Sekte*), diejenige der „lauteren Brüder", lässt uns einen tiefen Blick in den Kreis von Vorstellungen und Ansichten werfen, welche wir bei einem gebildeten Durchschnitts-Araber jenes Zeitraumes suchen müssen. Sehen wir zu, wie sich die lauteren Brüder speciell zur Frage der Erdkrümmung stellten.

Die Welt, der Makrokosmos, ist „ein Mensch im Grossen", sie lässt sich als ein mit Individualität begabter Organismus**) ansehen 38). Als vollkommen erschaffenes Wesen ist die Welt rund, „der Weltkörper ist durchaus von Kugelgestalt, und seine Sphären sind alle kreisartig; das Licht aller Sterne in seinen Himmeln geht mit Ausnahme des Mondes aus ihrem Wesen hervor, und alle ihre Kugelkörper sind mit Ausnahme der Erde durchsichtig" 39). Weiterhin wird gelehrt, dass diese Kugelgestalt der Erde trotz

*) Ein deutscher Gelehrter, *Dieterici* in Berlin, hat die Bestrebungen dieser Genossenschaft zum Gegenstand speciellen Studiums gemacht und in zwei Monographieen 63) eigens von der Gesammtheit ihrer wissenschaftlichen Lehren gehandelt.

**) Ausgeführt und bis in's Detail verarbeitet ward diese phantastische Analogie durch *Thomas Aquinas*, und in einer interessanten Schrift von *Morgott* kann man eine gute Auslese aus den wichtigsten hinauf bezüglichen Stellen nachsehen. Z. B. heisst es dort 37): „Was der Himmel im Makrokosmos des gesammten Weltganzen, das ist das Herz in Mitte der kleinen Welt des animalischen Organismus ... Aber wie das Nachbild dem Vorbilde nur ähnlich, nicht gleich ist, so ahmt wohl die Pulsation des Herzens die Rotation der Himmelssphäre nach, weicht aber auch zugleich von ihr ab." Neuerdings hat dann *Görres* in seiner „Exposition der Physiologie" den originellen Gedanken, dem auch *Kepler* nicht ganz abhold war, wieder hervorgesucht.

ihrer Unebenheiten eine vollkommene sei; sie wird von der Luft wie der Dotter eines Eies vom Weissen umschlossen 40)*), und die 9 aufeinanderfolgenden Sphären — deren, wie eigens hervorgehoben wird, nur 7 als „Himmel" im Sinne des Korans zu verstehen sind — umschliessen einander successive wie die Häute einer Zwiebel. Dieser ursprünglich ptolemaeische Vergleich ist im ganzen Orient stereotyp geworden. Der Durchmesser der Erde wird gleich $2167^{14}/_{22}$ Parasangen gesetzt, ein Werth, der, wie *Dieterici* 41) nachweist, aus der *Al-Mamun*'schen Gradmessung mit Zugrundelegung des archimedischen π nicht ganz richtig berechnet ist.

Eine wichtige selbst für die gebildeten portugiesischen Nautiker des Entdeckungszeitalters mysteriöse Consequenz aus der Kugelgestalt hat um jene Zeit auch ein Nichtmathematiker, der freilich sonst vielseitig genug gebildete *Abulfeda*, zu ziehen verstanden. Denkt man sich von einem Orte der Erde aus diese letztere nach entgegengesetzter Richtung von zwei Personen umwandert, so werden dieselben gleichzeitig zurückkommen und in ihrer Zeitrechnung eine Differenz von zwei vollen Tagen constatiren 42). *Magelhaens*' Schiffgenossen wussten sich das analoge im Jahre 1522 erstmalig zum Faktum gewordene Vorkommniss gar nicht zu erklären.

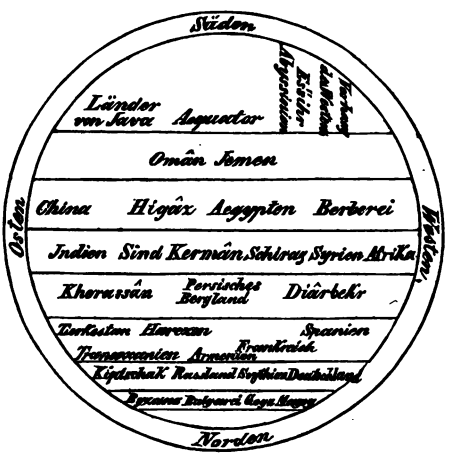
Im dreizehnten Jahrhundert unserer Zeitrechnung verfasste ein gelehrter Perser, nach seinem Geburtsort üblicherweise *Kazwîni* genannt, ein ausführliches Compendium des gesammten Wissens vom Kosmos, soweit solches eben seinem Zeitalter zur Verfügung stand. Dieses Werk, das wir glücklicherweise in trefflicher deutscher Bearbeitung besitzen 43), beschäftigt sich sichtlich gerne mit den Elementarwahrheiten der astronomischen Geographie und bietet demgemäss reichliches Material für unseren Zweck. Der Autor erklärt sich zwar bestimmt für die Kugelgestalt, seine Definition ist aber weit weniger correkt als diejenige der Mathematiker, und

*) Bereits im ersten Abschnitt sind wir auf jenes Bild aufmerksam geworden (S. 10); nur ist bei *Omons* an die Stelle der umhüllenden Luftsphäre der Himmel selbst getreten. Dieser Umstand verhindert wohl daran, an einen arabischen Einfluss bei dem französchen Schriftsteller zu denken, um so mehr, als sich letzterer lediglich auf griechische Quellen bezieht.

auch seine Begründung ist mangelhafter. Er führt zwar auch die gleichmässig am nördlichen Horizont verschwindenden und am südlichen emporsteigenden Sterne an, die sich dem von Nord nach Süd Wandernden darstellen, aber dieser Grund erscheint erst ganz zuletzt 44), vor ihm erscheinen andere weit weniger zwingende, so der, dass eine im Osten und Westen beobachtete Mondfinsterniss nicht genau gleichzeitig eingetreten sei, dann der, dass alle Punkte der Erdoberfläche gleichweit vom Himmel entfernt sein müssten; auch das wird angeführt, dass der Mensch unter allen Umständen die Hälfte des Himmelsgewölbes übersehe.*) Nachdem so die richtige Lehre vorgetragen ist, wendet sich der Autor zu den „verschiedenen Ansichten der Früheren über die Gestalt und Lage der Erde“ 46). Der Eingang dieses Abschnittes ist eines

*) Unter den wenigen rationellen uud eine richtige Auffassung der geographischen Verhältnisse bekundenden Aeusserungen *Kazwînis* verdient diejenige (a. a. O.) hervorgehoben zu werden, der zufolge der Ocean den grössten Theil der Erdoberfläche bedecke, denn im Allgemeinen hatte ja die metaphysische Erdkunde jener Alten auch das Dogma erzeugt, dass die Erdfeste den beträchtlicheren Theil des Areals einnehme oder dass doch zum mindesten zwischen Wasser und Land Gleichgewicht bestehe. Im Uebrigen ist *Kazwîni* ein sorgfältiger Pfleger alles Aberglaubens seiner Zeit, und zumal die Lehre von den unbewohnbaren Zonen sucht er in eine Art von System zu bringen. Die in Fig 2 mitgetheilte Erdkarte welche nach durchgehender arabischer Sitte den Süden oben, den Norden unten aufweist, lässt uns ersehen, wie gering der als bewohnbar anerkannte Flächenraum war. Charakteristisch ist der Ausdruck „Vorhang des Westens“, denn 45) „die westliche Himmelsgegend zu betreten hindert wieder der die ganze Erde umgebende Ocean wegen des heftigen Zusammenschlagens seiner Wogen und seiner starken Finsterniss.“ Das sind ganz und gar jene imaginären Schrecknisse, mit welchen die spanischen Reactionäre den *Columbus* einzuschüchtern beflissen waren.

Fig. 2.



Auszuges kaum fähig und steht deshalb besser wörtlich hier: „Einer von ihnen sagt: die Erde ist nach allen vier Richtungen, Osten, Westen, Norden und Süden gleichmässig eben hingebreitet; ein Anderer behauptet, sie hat die Gestalt eines Schildes, und wäre dem nicht so, so würde kein Gebäude auf ihr feststehen, kein Geschöpf auf ihr gehen können. Andere wieder meinen, sie habe die äussere Gestaltungsform der grossen Pauke. Noch Andere sind zu der Ueberzeugung gekommen, sie gleiche einer Halbsphäre*) . . . Und *His'âm ben Elhakam elmutakallim* sagt: unterhalb der Erde befindet sich ein Körper, zu dessen wesentlichen Eigenschaften das sich Emporheben gehört, und er eben verhindert die Erde am Niedersinken**). Auf dieser bequemen Lehre beruhen gewisse weitere Vervollkommungen zweifelhafter Beschaffenheit; da wird *Demokrit* für die Behauptung als Autorität aufgeführt, dass die Erde auf zusammengepresster Luft ruhe, da wird sie mit einem auf Wasser schwimmenden Bleiblättchen verglichen, da finden wir sogar die von Gott selbst zur Trägerin des Erdballs bestimmte indische Schildkröte wieder vor, welche sich allerdings in den Fisch „Behemot" verwandelt hat 47). — Und all diesen Unsinn trägt unser Gewährsmann mit der nämlichen ehrbaren Gelassenheit vor, welche er auch bei vernünftigen in bunter Reihe eingemischten Erklärungsversuchen an den Tag legt. Zu diesen rechnen wir die Hypothese einer magnetähnlichen Attraktion, welche von sämmtlichen Punkten der Weltsphäre mit gleicher Intensität auf die Erde ausgeübt werde, so dass dieselbe mit labilem Gleichgewicht im Centrum des Alls schwebe — eine antike Anschauung, welche sich nach *Henri Martin's* 48) Angabe auch sonst vielfach exemplificirt findet.***) — Den Nagel auf den Kopf aber trifft

*) Zur Vorstellung der Pauke oder, was wohl im Grunde dasselbe, der Halbkugel mussten schwächere Geister mit Nothwendigkeit durch jene unseligen Radkarten getrieben werden. Doch scheint es nicht, als ob die eigentliche Wissenschaft mit der Bekämpfung solcher Phantasmen ihre Zeit verloren hätte.

**) Diese Hypothese, welche die Erde auf einem Sockel von unbekannter Natur aufliegen lässt, ist gewiss nichts anderes als eine Reminiscenz aus der altindischen Mythologie, der man dann einen modernwissenschaftlichen Aufputz zu verleihen suchte.

***) Im dritten Abschnitt dieser Studie werden wir der analogen Anziehungshypothese bei jüdischen Schriftstellern von Neuem begegnen.

Mohammed ben Ahmed aus Harezm*), indem er 50) sagt: „Die Erde liegt in der Mitte des Himmels; und mit der Mitte ist in Wirklichkeit das Untere zu verstehen; sie ist kreisrund und mit Unebenheiten erfüllt, hinsichtlich der vorspringenden Berge und der sich in die Erde vertiefenden Niederungen. Das aber bringt sie nicht aus der Sphärenform heraus, wenn man ihre Gesammtheit in Rechnung bringt". — Im nächstfolgenden Kapitel, welches von den Grössenverhältnissen des Erdballs handelt, dürfte als auffällige Thatsache die hervorzuheben sein, dass ausschliesslich die Messungen des *Ptolemaeus* angezogen und diejenigen der Landsleute mit gänzlichem Stillschweigen übergangen werden.

Einen ungleich aristokratischeren Eindruck als *Kazwîni's* geflissentlich nach Sonderbarkeiten haschendes Werk macht die sonst eine ganz ähnliche Tendenz verfolgende Leistung eines nur wenig älteren Zeitgenossen, des *Shems-Eddîn* aus Damaskus (daher *ed Demitschki* genannt). Nachdem der dänische Orientalist *Mehren* bereits früher den arabischen Text dieses Werkes edirt hatte 51), beschenkte er uns neuerdings mit einer französichen Uebersetzung desselben, welche uns hier als Vorlage dient 52).

Dort heisst es nun 53) von der Erde: „En général, elle est ronde, avec des inégalités, causées par des montagnes qui s'élèvent à sa surface, et des bas-fonds qui la creusent, ce qui n'altère pas sa rotondité fondamentale. Elle est située au milieu de la sphère céleste, mais ne peut en aucune manière y être prise en considération, la moindre étoile fixe la surpassant de beaucoup en grandeur"**). Unter den Veranschaulichungsgründen, welche der Damascener weit sachlicher behandelt als sein persischer College, tritt uns ein ganz neuer entgegen, das bekannte „Loch des *Mau-*

*) Diess ist jener *Muhammed*, dessen Beiname *Alharezmi* — der Chovaresmier — einer neuen Wissenschaft, der *Algorithmik*, diese ihre Bezeichnung verlieh 49). Allerdings war dieser berühmte Algebraist nicht der Sohn eines *Ahmed*, sondern der des *Musa*, wohl aber hatte er einen ebenfalls bedeutenden Bruder jenes Namens, und so liegt denn hier muthmasslich eine Verwechselung vor.

**) Diese an sich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht falsche aber doch unbewiesene und wohl auch unbeweisbare Theorie haben wir bereits im ersten Abschnitt (S. 17) bei *Bacon* angetroffen. Ihr Urheber ist *Alfragan*, der sich sogar den Scherz machte 54), die Grössenverhältnisse der Fixsterne zu berechnen.

pertuis". „On se sert aussi de cette démonstration: si on perçait la Terre en passant par le centre en ligne droite jusqu' au point opposé, on rencontrerait de l'autre côté des pieds humains, ainsi les habitants de la Chine et ceux de l' Espagne, qui occupent les points extérieurs du diamètre de la Terre, sont antipodes et le lever du soleil et de la lune d'un côté correspond au coucher de l'autre comme la nuit des uns au jour des autres et réciproquement 55). Diese ganze Darstellung verräth offenbar nicht allein selbst ein sehr klares Verständniss von Seite des Verfassers, sie setzt auch die Möglichkeit eines solchen bei den Lesern voraus; sachlich wird allerdings darin geirrt, dass Spanier und Chinesen zu Gegenfüsslern gestempelt werden, während sie doch in Wirklichkeit nach der üblichen Terminologie Nebenwohner zu nennen wären, und auch das nur annäherungsweise.

§ 6. Plangemäss kommt jetzt die Lehre von der Erdbewegung an die Reihe, und zwar soll zunächst von der täglichen Umdrehung der Erde die Rede sein, insofern von einer solchen bei den Arabern die Rede sein kann. Und das ist in der That der Fall. Eine ausgebildete Theorie allerdings dürfte, soweit die auf uns gekommenen spärlichen Andeutungen zu schliessen gestatten, kaum vorhanden gewesen sein, und positive Anerkennung vermochte die Hypothese von einer bewegten Erde unter den damaligen Umständen auch nur schwer zu erringen. Dass aber solche copernicanische Vorahnungen doch immerhin vorhanden waren, und dass mit ihnen gerechnet werden musste, das bezeugen uns gewisse Stellen, in welchen die Rotation der Erde entweder einfach angeführt oder auch zu widerlegen versucht wird; diese Stellen sollen nun in möglichster Vollständigkeit dem Leser vorgelegt werden.

Schon oben (in § 3) hörten wir von *Ibn el Wardi*, dass gewisse Leute die Erde für einen „mit Axenbewegung begabten Körper" ausgäben. Gleichmüthig wie immer citirt *Kaznîni* unter den im vorigen Paragraphen erwähnten zum Theil abenteuerlichen Schulmeinungen auch diejenige der Pythagoräer 56): „Unter den Früheren giebt es auch einige Anhänger des *Pythagoras*, die behaupten, dass die Erde sich beständig im Kreise herumbewege, und dass aller Kreislauf der Sterne, den wir sehen, eben nichts weiter als der Kreislauf der Erde, nicht etwa der der Sterne

wirklich sei". Man erkennt hieraus, dass die Ansichten, welche *Philolaus*, *Plato**) und *Heraclides Pontikus* vereinzelt ausgesprochen hatten, auch den arabischen Epigonen nicht gänzlich entgangen sind, und dass man wenigstens die Bewegungen der Himmelskörper nicht ganz ausschliesslich blos aus dem Gesichtspunkt einer immobilen Erde betrachtete**). Ob auch die „lauteren Brüder" von einer Anschauung Kenntniss hatten, welche allerdings recht gut zu ihrer rationalistischen Philosophie gepasst hätte, lassen wir dahingestellt. Ihre Enyklopädie enthält allerdings auch einen Paragraphen mit der Ueberschrift 59): „Ueber die nichtige Behauptung, dass die Planeten sich von West nach Ost bewegen;" derselbe beginnt mit den Worten: „Viele in der Geometrie und in den Naturwissenschaften nicht bewanderte Forscher der Sternkunde glauben, dass die Planeten sich von West nach Ost bewegen, also in einer dem Umschwung des Umfassungskreises entgegengesetzten Richtung. Gleichwohl verhält sich die Sache nicht so, wie sie wähnen und meinen; denn sonst müssten die Planeten im Westen auf- und im Osten untergehen, so wie die einzelnen Grade der Umfassungssphäre im Osten auf- und im Westen niedersteigen." *Dieterici* setzt dieser Erklärung am Rande die Bemerkung bei: „Nach unserer Anschauung von der Rotation der Erde könnten sie von West nach Ost gehen". Das ist schon wahr, allein wozu dann die scharfe zweifellos absichtliche Trennung der Planeten von den anderen Gestirnen, die sich ja doch, was ihre Sichtbarkeit von der Erde aus angeht, ganz im gleichen Falle befinden?

---

*) Da *Schiaparelli* in seiner fundamentalen Abhandlung über die Vorgeschichte des copernicanischen Systemes gerade bei *Plato* noch einige Unsicherheit bestehen lässt, so sei zur möglichsten Hebung derselben auf ein lesenswerthes Programm von *Hocheder* 57) aufmerksam gemacht, welches sowohl dem Mailänder Forscher als auch den meisten anderen Bearbeitern dieser Streitfrage entgangen zu sein scheint. In seiner wesentlich eine Polemik gegen *Susemihl* repräsentirenden Studie gelangt *Hocheder* auf philologischem Wege dazu, die Lehre von der Axendrehung als im *Timaeus* unzweideutig ausgesprochen zu proklamiren.

**) Mit einigem Rechte könnte auch auf einen wenig klaren aber immer bemerkenswerthen Passus bei *Demitschki* verwiesen werden, welche *Mehren* 58) folgendermassen vertirt: „Le soleil se meut autour de son propre centre, qui n'est pas le centre de la terre." Soll damit auf eine Axendrehung der Sonne angespielt sein? Wohl kaum, vielmehr ist nur damit angedeutet, dass auch die Sonnenbahn ein Excenter sei.

Das interessanteste Zeugniss jedoch dafür, dass den Arabern die griechisch-indische Lehre von einer sich drehenden Erde bekannt war, hat uns *Sprenger* übermittelt, dessen hierauf bezüglichen kurzen Artikel wir in extenso reproduciren 60): „*Mons. Sédillot**) has, I believe, published some passages shewing that the Arabs were acquainted with the Copernican system of Astronomy, yet the following extract form the Hikmat al' ayn of Kátiby (died A. D. 1272) will not be read without interest.

„Some philosophers fancy that the earth moves towards the east and that the rising of the celestial bodies in the east and their setting in the west is owing to this motion and not to the motion of the widest heavenly sphere which, they maintain to be at rest. This idea is wrong. I do not however advance as an argument against it that, if this was the case, a bird flying in the direction of the motion of the earth would not be able to keep up with it, because the motion of the earth would be much faster thun that of a bird, inasmuch as it returns to its place in a day and a night. Such an argument is not conclusive, because it mag be urged that the atmosphere which is close to the earth partakes of its motion as the ether partakes of the motion of the heavenly sphere. But i reject this theory because all terrestrial motions take place in a straight line and therefore we cannot admit that the earth should move in a circle". (This is the theory of Aristotle: who says, that only the heavenly bodies have the most perfect of motions, the circular)".

Das Buch *Katibi's*, aus welchem diese hochmerkwürdige Stelle ausgezogen ist, stellt ein zu jener Zeit gangbares Lehrbuch der arabischen Schulphilosophie vor,**) und wir überzeugen uns dergestalt, dass solche kosmologische Fragen als gewöhnliche Unterrichtsthemata passirten. Der Autor war offenbar ein ge-

---

*) Dass der Ort, an dem sich *Sédillot* in gedachten Sinne geäussert haben soll, gar nicht genannt wird, muss auffallen. Uns ist keine ähnliche Stelle bekannt, und da das Nämliche für den anerkannt besten Kenner der Fachliteratur, *M. Steinschneider*, privater Mittheilung zufolge gilt, so ziehen wir vor, an der Richtigkeit jener Angabe zu zweifeln.

**) Es findet sich die Notiz in einer neueren Deutsch geschriebenen Arbeit *Sprenger's* 61), welche ausführlichere Mittheilungen über *Katibi* und seine literarische Thätigkeit beibringt.

scheidter Mann von feinem Blick, denn seine Widerlegung der Ansicht derer, welche auf den durch die Lufthülle der Erddrehung entgegengesetzten Widerstand hinwiesen, ist eine so treffende, wie sie uns das ganze Mittelalter hindurch nicht zum zweitenmal vorkommt.*) Auch zeigt sich hier wiederum recht deutlich der gleich nachhaltige wie nachtheilige Einfluss, welchen die aprioristische Naturphilosophie des *Aristoteles* auf die Entwickelung gesunder physikalischer Anschauungen ausübte.

§ 7. Nachdem wir jetzt wissen, wie sich das arabische Mittelalter zu der ersten Bewegung der Erde stellte, nehmen wir die zweite vor. Dabei erlauben wir uns ebenso wie im ersten Abschnitte insoferne über den engen Sinn der Titelworte hinauszugehen, als wir überhaupt jede der herkömmlichen ptolemaeischen zuwiderlaufende Interpretation der himmlischen Bewegungen mit in's Bereich unserer Untersuchung ziehen. Es wird sich bei derselben umsomehr manche interessantere Thatsache eruiren lassen, als den bezüglichen Regungen eines freieren antischolastischen Geistes gerade von historisch-mathematischer Seite noch nicht die wünschenswerthe Aufmerksamkeit geschenkt worden ist.

Dass man während des ersten Säculums, welches die emporblühende arabische Wissenschaft durchlebte, an ein Hinausgehen über Griechen und Inder nicht denken konnte, leuchtet von selbst ein. Sobald man aber in dem neu überkommenen Besitze sich einigermassen eingerichtet hatte, begann man mit Modifikationen, die theilweise tief einschneidende waren. Es sei hier nur an die berühmte resp. berüchtigte Trepidationstheorie**) erinnert.

---

*) Eine Ausnahme von der Regel, der gemäss Luft und Erdfeste durchaus nicht als einheitliches System galten, ist uns vor dem zehnten Jahrhundert unbekannt, eine abweichende Anwendung derselben stellten wir bei *Dante* fest (vgl. Abschnitt 1, S. 20).

**) Angesichts der wenig correkten Darstellungen, welche jene Hypothese allermeist fand und noch findet, dürfen wir wohl in dieser unserer Schrift, welche ja überhaupt allen für die kosmischen Bewegungen ausgesonnenen Reformversuchen gerecht werden soll, einen Beitrag zur Aufklärung liefern. Unter der Trepidation verstand man im Allgemeinen eine periodische Schwankung der achten Sphäre, bestimmt, für das Vorrücken der Tag- und Nachtgleichenpunkte den thatsächlichen Erklärungsgrund abzugeben. Zwar hatte *Hipparch* bereits ganz richtig erkannt, dass die Amplitude dieser Schwankung volle 360 Grade betrage,

Unter jenen Arabern, welche in unbewusster Vorahnung des Richtigen gegen das herrschende System des *Ptolemaeus* zu

---

allein schon im Alterthum fand diese Lehre Widersacher, und *Theon Smyrnaeus* 62) sah sich bereits genöthigt, gegen letztere aufzutreten. Wenn also *Baldi* in seinen Biographieen den *Thabit ben Korra* zum Urheber der Trepidationslehre machen will 63), so irrt er, selbst vor seiner Zeit scheint man mit jener bekannt gewesen zu sein, wenigstens nahm bereits der mit *Mohammed ben Musa* gleichzeitige Berechner *Habesch*, von welchem sich bei *Libri* 64) eine Schrift „de quadrante" aufgezeichnet findet, eine schwankende Bewegung der Fixsternsphäre an 65).

Eine weitere Verbreitung dürfte allerdings erst jener *Thabit* (833 — 901) der neuen Lehre geliefert haben. Wäre dieser hervorragende Gelehrte, wie frühere Schriftsteller wollten, ein Jude 66), so würden wir seiner erst im dritten Kapitel zu gedenken haben, indess unterliegt es gegenwärtig keinem Zweifel mehr, dass er der Sekte der Ssabier (Sabäer) 67) angehörte. Von seinem Hauptwerk „de motu octavae sphaerae," welches nach *Steinschneider* in gar verschiedenen Redaktionen erhalten zu sein scheint 68), hat *Delambre* 69) eine das Nothwendigste bietende Analyse gegeben: der Grundzug jener Theorie ist der, dass die zu Hülfe genommene bewegliche Ekliptik stets durch zwei Punkte gehen muss, welche sich selbst wieder auf zwei kleinen Kreisen von 4° 18′ 43″ sphärischem Radius bewegen. *Delambre* (a. a. A) spricht von einem „malheureux système de la trépidation," und diesen ganz und gar unhistorischen Ausdruck hat sich auch *Hankel* 70) angeeignet.

Das freilich ist wahr: dass auch alle späteren Astronomen, sogar noch ein *Georg Peurbach* in seiner Planetentheorik, das arabische Auskunftsmittel kritiklos hinnahmen, das ist kein sonderlich erquickender Anblick; nur so ist auch die missverständliche Angabe *Maedler's* 71) aufzufassen, *Peurbach* habe bereits von einer Veränderung der Ekliptikschiefe gewusst (Vgl. S. 41). Auch die toletanischen Tafeln des *Alphons* von Castilien scheinen ursprünglich auf die irrige Vorstellung *Thabit's* begründet gewesen zu sein 72); es wurde aber, wie *Steinschneider* auf das Scharfsinnigste erwiesen, eine neue Redaktion des grossen Tabellenwerkes auf Grund der astrognostischen Schrift eines gewissen Arabers *Abul-Husein* vorgenommen — und dieser Mann ist kein anderer als jener *Abdal-Rahman*, von dessen — theilweise also schon in den alphonsinischen Tafeln enthaltenen — Buche unlängst eine Uebersetzung veranstaltet worden ist 73).

War nun aber jenen älteren Arabern die irrige Ansicht aus Griechenland zugekommen? Dagegen sprechen schon äussere Gründe, wir können uns aber auch auf direkte Aussagen stützen. Der Hebräer *Abraham ben Chija*, welcher uns weiterhin länger beschäftigen wird, berichtet in seinem Buche *ha-Ibbur*, dass „alle Gelehrten des Nordens" die Fixsterne für „angenagelt" hielten, wogegen bei den „Indern und Süd-

Felde zogen, nimmt jedenfalls den ersten Rang ein der Spanier *Bitrogi**) (*Alpetragius*), ein Zeitgenosse und Schüler des ebenfalls nicht unberühmten Philosophen *Abu Bekr Ibn Tofeil* 75). Da uns auch von diesem Manne eine oppositionelle Stellung berichtet wird, und da *Alpetragius* sehr wahrscheinlich von ihm vielfache Anregung erhielt, so stellen wir ihn am Besten an die Spitze dieser unserer Erzählung. Vieles können wir allerdings nicht von ihm mittheilen, wir sind auf nachstehende kurze Notiz von *Munk* 76)**) angewiesen: „Dès le commencement du XIIe siècle, les astronomes arabes d'Espagne reconnurent ce qu'il y avait d'invraisemblable dans cette hypothèse, par laquelle Ptolémée cherche à expliquer certaines anomalies dans le mouvement de diverses planètes. Ibn-Badja s'éleva le premier contre l'hypothèse des épicycles, et Ibn-Tofeil rejeta à la fois les excentriques et les épicycles.... Un peu plus tard Abou-Is'hak al-Bitrôdji, ou Alpetragius, essaya de substituer d'autres hypothèses à celle de Ptolemée."

Sehen wir jetzt zu, was wir über den grösseren Schüler *Bitrogi* selbst in Erfahrung bringen können. *Baldi*, dessen Cyklus von Lebensbeschreibungen wieder unsere hauptsächlichste Quelle sein wird, berichtet 79): *Alpetragius* sei zuerst von *Averroës* beeinflusst gewesen, der sich aus physikalischen Beweggründen nur

---

bewohnern" den „Polen" der Fixsternkugel eine „Drehung und Rückkehr" — also offenbar eine oscillatorische Bewegung — zugeschrieben würde. Solchergestalt erscheint es keineswegs unwahrscheinlich, dass die Schwankungshypothese den Arabern gleich beim Beginn ihrer wissenschaftlich aufstrebenden Epoche von indischer Seite (vgl. §. 1) übermittelt worden sei.

*) Der Name *Bitrogi* bedeutet nicht, wie ehedem 74) irrthümlicherweise geglaubt ward, den Vater des Gelehrten, sondern dessen Geburtsort; er stammte aus Pedroches nördlich von Cordova.

**) Das Werk, aus welchem die meisten nachher folgenden Angaben entnommen sind, ist eine Art philosophischer Encyklopädie des grossen jüdischen Weltweisen *Moses ben Maimon (Maimonides)*, betitelt More hanebuchim (Der Führer des Irrenden). *Munk* hat den Text dieser umfassenden und bedeutenden Leistung arabisch und französisch herausgegeben. *Schleiden*, der begeisterte Apologet altjüdischen Geisteslebens, citirt 77) eine Stelle *Scaliger's*, welcher sagt: „Der Führer des Irrenden kann nie genug gelobt werden." Für die Geschichte aller Wissenschaften ist *Maimonides'* Werk eine wahre Fundgrube; dass auch *Spinoza* daraus geschöpft habe, hat *Joel* dargethan 78).

immer um Herstellung grösstmöglicher Einfachheit im Arrangement der Planetenbahnen bemüht habe, und habe demzufolge auch in seiner eigenen Arbeit dem *Ptolemaeus* anfänglich alle möglichen Lobsprüche ertheilt. Im weiteren Verlaufe aber verwerfe er gänzlich dessen Doktrinen und praecisire seine Absicht dahin, ein ganz neues Lehrgebäude der theorischen Astronomie ohne jegliche Excenter und Epicyklen errichten zu wollen. Für die mechanischen Absurditäten, welche jene geometrisch so höchst vollkommene Theorie allerdings in sich schloss, scheint er ein helles Auge gehabt zu haben, und so dürfen wir wohl seinen Reformversuch als durchaus berechtigt anerkennen; gerne aber glauben wir, dass ihm derselbe mancherlei Anfeindung und Ungelegenheit bereitet habe, und dass es ihm nur mit Ueberwindung gelungen sei, sich aus der dadurch über ihn gekommenen Lethargie (stupefattione) herauszureissen und sein Werk zu vollenden. Im Wesentlichen ist seine Anschauung folgende: Unter dem Einfluss einer einzigen ursächlichen „Intelligenz" (hier wohl identisch mit Kraft) bewegen sich sämmtliche (homocentrische) Sphären von Ost nach West; jede einzelne Sphäre braucht zu einem einzigen Umschwung, der an und für sich in 24 Stunden vollendet sein müsste, um so länger, je näher sie dem Centrum sich befindet. Das, was *Ptolemaeus* Bewegung eines Planeten nennt, ist also nach *Alpetragius* vielmehr ein Zurückbleiben (mancamento di moto). Natürlich würde diese Annahme von ferne nicht zugereicht haben, so verwickelte Bewegungsphaenomene, wie Rücklauf, Schleifenbildung u. s. w. zu erklären, vielmehr mussten nun neue Bewegungsformen für jede einzelne Sphäre normirt werden, und zwar für die inneren Planeten deren mehr als für die äusseren, ganz ebenso, wie diess seiner Zeit *Eudoxus* gethan hatte. Hiebei fand es der arabische Reformer auch für nothwendig, die von *Ptolemaeus* relativ richtig fixirte Reihenfolge der Wandelsterne zu ändern; er vertauschte die Sonne mit Venus, wofür er sich von Seite des *Maurolycus* Tadel zuzog. *Baldi* erinnert noch weiter daran, dass ja diese Erklärungsweise auch für die in der Veränderung des scheinbaren Durchmessers sich aussprechenden Distanzverschiedenheiten der Planeten keinen Rath wisse 80) — allein ob die beobachtende Sternkunde der Maurisken so kleine Unterschiede als solche aufzufassen im Stande war, das mag doch recht fraglich erscheinen.

Kurz, wir gewinnen die Gewissheit, *Alpetragius* stand total auf dem Boden der alten griechischen Homocentriker,*) und *Baldi* (a. a. O.) hat ganz Recht, wenn er sagt: „Maravigliomi per questo, che Girolamo Fracastoro, che scrisse l'Homocentrica e la didicò al

---

*) Von *Bitrogi's* Elaborat besitzen wir eine Uebersetzung des Juden *Kalo Kalonymos* 81), der uns später wieder begegnen wird. Dieselbe stand *Delambre* zur Verfügung. und er hat sie denn auch in seiner Weise benützt. Gleich im Eingang seines Werkes spricht er von dem Marokkaner (sic) *Alpetragius* 82): „il donne aux planètes un mouvement spiral d'orient en occident, mais plus lent que le mouvement diurne; ainsi il n'a fait que commenter et développer une idée réfutée dès longtemps par Ptolémée ... Je possède cet ouvrage, je l'ai lu presque en entier, et j'aurais regretté le temps que j'y ai donné ..." Demgemäss ist die später folgende Inhalts-Analyse 83) eine recht karge; wahrhaft klassisch ist der Ausdruck 84): „Nous omettrons tout ce qu'il imagine pour expliquer les mouvemens des planètes." Und das nennt sich Geschichtschreibung! Leider hat auch *Hankel* 85) in seinem Vertrauen zu *Delambre* blos dessen absprechende Behauptung wiedergegeben und von jeder weiteren Erörterung Abstand genommen. Mit weit mehr Billigkeit und Verständniss urtheilt, was wir mit grosser Genugthuung constatiren, *Maedler* über *Bitrogi* 86): „Er ist der Erste, der es gewagt hat, an die Stelle des Kreises eine andere Curve zu setzen und sich von der vieltausendjährigen Idee loszumachen, alle himmlischen Bewegungen müssten im Kreise vor sich gehen." *Maedler* hat Recht: zu solcher That gehörte das, was *Kepler* animi libertas nennt. — Wenn schliesslich dem *Tycho Brahe* eine Wiederaufnahme der alpetragischen Spiralen zugeschrieben wird 87), so müssen wir eine endgültige Verbescheidung dieser Behauptung im einen oder andern Sinne einem genaueren *Tycho*-Kenner überlassen.

Was aber eben diesen motus spiralis, der in allen uns zugänglichen Nachschlagebüchern eine höchst obskure Rolle spielt, selbst anbelangt, so scheint uns dessen Wesen bislang arg verkannt worden zu sein. Wir können freilich nicht nach Einsicht des Originales urtheilen, aber wir kennen um so besser die Verkennungsgeschichte des analogen Versuchs des Astronomen von Knidos. Wie falsch deutete man anfänglich die Natur der Hippopeda, jener sphärischen Curve, welche in der That bei richtiger Construktion eine nahezu allen durch das blosse Auge zu eruirenden Unregelmässigkeiten genügende Planetenbahn repräsentirt. Auch sie ward mehrfach mit einer Spirallinie verwechselt, und es bedurfte des ganzen Geschickes, mit dem *Schiaparelli* 88) seine philologisch-mathematischen Untersuchungen in's Werk setzte, um den wahren Charakter jener als Lemniskate hervortreten zu lassen. — Und ähnlich kann es auch der Compositions-Curve des Arabers ergangen sein,

detto Giberto,*) non vedesse opera così famosa e così à proposito à quello ch'egli intendeva di provare." In der That ist der Grundgedanke *Fracastor's* (vgl. S. 37 ff.) völlig der des *Bitrogi*.

Im Uebrigen muss auch der Wahrheit gemäss bemerkt werden, dass für den Mond wenigstens, wo ja auch die Verschiedenheit des Diameters in vergrössertem Massstabe sich zu erkennen giebt, der wunde Punkt seiner Theorie von *Bitrogi* anerkannt und demzufolge in einer eigenen Abtheilung des Werkes der Beweis zu führen versucht ward, ein verschieden grosser Durchmesser bedinge nicht unumgänglich ungleiche Entfernung von Centralkörper. So berichtet 89) der Hebraeer *Joseph ben Nahmias* in seinem arabisch geschriebenen Buche „Licht der Welt." — Ueberhaupt war der reformlustige Araber weit entfernt, jedes Geheimniss der kosmischen Bewegungen erschlossen haben zu wollen; „*Alpétrage*", sagt *Delambre* 90), „soupçonnait qu'il restait dans le ciel des mouvemens à découvrir."

§ 8. Die Tendenz, dem allgemein anerkannten Weltsystem des *Ptolemaeus* Opposition zu machen, lag nun einmal den spanisch-maurischen Moslems, aber auch nur diesen,**) geradezu im Blute. Wenn auch *Zarkali****) sich darauf beschränkte, als eifriger Vertreter der Trepidationslehre die ptolemaeische Fixsterntheorie anzugreifen, während *Averroës* selbst, wie wir

---

*) *Mateo Giberti* war Erzbischoff in *Fracastor's* Vaterstadt Verona und erhielt von dem Uebersetzer ein Exemplar seines sonst muthmasslich ziemlich seltenen Werkes zum Geschenk.

**) Obwohl auch die eigentlichen Araber im Ostlande in Einzelheiten über den Almagest hinausgiengen und Thatsachen von Erheblichkeit demselben beifügten — man denke nur an die durch *Sédillot* den Jüngeren 91) wohl endgültig festgestellte Variations-Entdeckung des Persers *Abul-Wafa* —, so scheinen sie doch alle auf die Bewegungen der Planeten bezüglichen Sätze ihres Meisters als noli me tangere betrachtet zu haben. Eine Ausnahme dürfte nur die auf den grössten beobachtenden Astronomen der Araber, auf *Albategnius*, zurückzuführende Erkenntniss 92) machen, dass das Apogaeum jedes Planeten eine Eigenbewegung besitze.

***) *Zarkali* (*Arzachel*), von Beruf Künstler und Mechaniker 93), lebte und wirkte, wie schon *Copernicus* 94) richtig vermuthete, in der zweiten Hälfte des elften Jahrhunderts. Schon *Alpetragius*, der um nicht viel später lebte, erklärte sich gegen die von Jenem den Fixsternen auferlegten Bewegungen 95): „sed cum fuerit motus imaginarius et non verus nec precisus tacuerunt de eo posteriores."

sehen, nur allgemeine Verbesserungsideen kundgab und seine Nachfolger auf deren Einzel-Durchführung hinwies 96), so lernten wir doch bereits in *Britogi* einen furchtlosen Neuerer kennen, der — ohne wohl von des *Eudoxus* glänzender Vorarbeit etwas zu wissen — der philosophisch freilich immer unbefriedigenden Excenter-Hypothese diejenige der concentrischen Sphären entgegensetzte. Mehr in Spezialitäten bewegte sich der nicht minder energische Angriff des Andalusiers *Abu Mohammed Djâber ibn Aflah*, gewöhnlich bekannt als *Geber*. Wann dieser ausgezeichnete Mathematiker gelebt habe, glaubte noch *Delambre* 97) völlig unentschieden lassen zu müssen, *Munk* aber ist es durch kluge Combination gewisser Angaben des *Maimonides* gelungen, seine Lebenszeit als mit dem zwölften Säculum unserer Aera zusammenfallend zu praecisiren 98). Das astronomische Hauptwerk *Geber's*, welches besonders durch seine neue Behandlungsweise der Trigonometrie verdienstlich erscheint, ist in lateinischer Version 99) auf uns gekommen und hat frühzeitig bei den Abendländern Aufsehen erregt.

Geber's Hauptvorwurf, den er gegen die μεγάλη σύνταξις erhebt, ist deren Unklarheit und Weitschweifigkeit; das Fundamentaldogma von der unbeweglichen Stellung der Erde im Mittelpunkt des Weltalls tastet er nicht im Entferntesten an 100). Wohl aber soll sich *Ptolemaeus* in einer ganzen Reihe von Einzelheiten versehen haben, so besonders in der Annahme, Merkur und Venus befänden sich zwischen Erde und Sonne. Diese Rekrimination ist ganz unberechtigt, denn solange man die Praemissen der ptolemaeischen Weldordnung zugiebt, ist auch sein Arrangement der Planetenabstände untadelhaft.

Allerdings hatte *Ptolemaeus* den Fehler begangen, den beiden genannten Planeten eine erkennbare Parallaxe abzusprechen, und indem *Geber* eine solche bestimmt, ist er im Recht, allein seine daraus gezogenen Schlüsse gehen wieder viel zu weit, und wir müssen uns ausnahmsweise zu *Delambre's* Ansicht bekennen, wenn derselbe sagt 101): „Géber est donc inattentif et injuste; sa critique porte entièrement à faux, et le système qu'il embrasse pour les deux planètes est aussi faux que celui de Ptolémée; il a raison seulement quand il soutient, contre l'assertion de Ptolémée, que Vénus peut se trouver sur le rayon visuel mené de la Terre

au Soleil"*). Auch die Angaben über die Stillstände und rückläufigen Bewegungen der Planeten sucht *Geber* zu corrigiren, jedoch handelt es sich dabei nicht sowohl um principielle, als vielmehr um rein calculatorische Verschiedenheiten. — Kurz, wenn auch *Geber* wirklich, wie sich *Baldi* 104) ausdrückt, die Tendenz verfolgte, das System der Griechen vollständig zu Boden zu werfen, so scheint ihm sein Vorhaben nur in bescheidenem Masse gelungen zu sein.

Von all' den bisher genannten Antiptolemaeern kannte man — den einzigen *Ibn Tofeil* ausgenommen — schon längst die Namen und den Allgemeincharakter der Leistungen. Völlig aber ist wohl den Vertretern der geschichtlich-mathematischen Forschung ein Mann entgangen, dessen wissenschaftliche Arbeit gerade eben auch auf diesem Gebiete oppositionellen Strebens sich bethätigte, und der Allem nach ziemlich tief in die Sache eingedrungen zu sein scheint. Diess ist *Abu Bekr Ibn al Cayeg***), ein älterer Zeitgenosse des *Maimonides*. Dieser Letztere hat uns mit den astronomischen Ansichten jenes Arabers, die ihm eigener Aussage zufolge von einem Schüler desselben direkt übermittelt worden sind, vollständig bekannt gemacht, und ihm wollen wir uns deshalb auch allein bei der nachstehend zu gebenden Analyse anvertrauen. Natürlich beziehen wir uns dabei wieder wie vorhin auf *Munk's* französische Uebertragung. *Maimonides* setzt uns nun zuvörderst davon in Kenntniss, dass *Ibn-Badja* es als unwahrscheinlich bezeichnet habe, Merkur und Venus vollzögen ihren Umlauf um die Erde diesseits der Sonne, jedoch bemerkt er mit Nachdruck, dass jener eben blos die Unwahrscheinlichkeit nicht aber die Unmög-

*) Es war mit diesem Satze zugleich auch die Möglichkeit wo nicht Nothwendigkeit von Vorbeigängen der beiden unteren Planeten vor der Sonnenscheibe ausgesprochen. Auch soll *Averroës* selbst ein solches Ereigniss, welches ganz ausserhalb des griechischen Gedankenkreises lag, wahrgenommen haben, wenigstens berichtet diess *Delambre* 102). Glaublich erscheint die Erzählung allerdings kaum, wenn man sich vergegenwärtigt, dass nach *Schwabe's* Schätzungen 103) ein Sonnenfleck mindestens 50 Secunden Durchmesser aufweisen muss, um von unbewaffnetem Auge erkannt zu werden.

**) Dieser Gelehrte führt auch noch den Beinamen *Ibn-Badja*, und da letzterer sogar sogar der gewöhnliche gewesen zu sein scheint, werden wir uns blos an ihn halten.

lichkeit hervorgehoben habe 105). Bei einer späteren Gelegenheit kommt er ausführlicher auf die astronomischen Lectionen zu sprechen, welche er einem sonst wenig bekannten Schüler — wie *Munk* 106) muthmasst, einem ausgewanderten Mauretanier — ertheilt hat, und da wird denn auch die Planetentheorie *Ibn-Badja's* ausführlicher vorgenommen.

Im Beginne des 14. Kapitels erinnert *Maimonides* seinen Scholaren daran 107), dass zur Erklärung der scheinbaren Bewegungen Excenter oder Epicyklen oder auch wohl Combinationen aus beiden von Nöthen seien, allein diese Hypothese sei — warum, werden wir im nächsten Abschnitte sehen — doch gar zu unphysikalisch. Aus ähnlichen Motiven sah sich denn auch *Ibn Badja* gezwungen, die Epicyklen gänzlich zu verwerfen, denn aus deren Beibehaltung resultirten mancherlei Absurditäten 108). Erstlich nämlich widerspricht die epicyklische Bewegung dem (metaphysischen) Princip,*) dass es nur dreierlei Bewegungsformen in der Welt geben könne — eine um den centralen Punkt herum, eine zweite auf ihn zu und eine dritte und letzte von ihm weg. Die Bewegung im Beikreis lässt sich freilich keiner dieser drei Qualitäten subsumiren. Plausibler erscheint der zweite Gegengrund: Nach *Aristoteles* kann eine Centralbewegung nur um einen wirklich existirenden Mittelpunkt stattfinden, der freilich auf dem Deferenten nirgends zu finden ist. Diesen Einwurf könnte sich auch die rationelle Naturlehre unserer Tage ohne Weiteres aneignen.

Weiter erzählt dann *Maimonides*, er wisse vom Hörensagen,

---

*) Jenes Dogma von den möglichen Bewegungen hatte der jüdische Philosoph bereits vorher erörtert und in seiner Weise bewiesen. Es giebt fünf Elementarkörper, die vier gewöhnlich mit diesem Namen belegten Elemente und die Substanz der Gestirne. Feuer und Luft — offenbar die im aristotelischen Sinne leichten Elemente — tragen in sich die centrifugale, Wasser und Erde hingegen die centripetale Tendenz, und als dritte den Himmelskörpern übrig gelassene Bewegung erscheint die kreisförmige 109). Welchem Kenner *Plato*'s fällt dabei nicht dessen Classification der normalen Bewegungen ein, deren es nach *Schiaparelli*'s Auslegung sieben giebt, sechs noch den verschiedenen Grundrichtungen eines räumlichen Coordinatensystems, und eine kreisförmige oder rotatorische 110)? Offenbar ist *Plato*'s Gesichtspunkt universeller und mathematisch correkter als derjenige *Moses ben Maimon*'s.

dass *Ibn Badja* sich ein eigenes System construirt habe, in welchem keine Epicyklen, sondern nur excentrische Kreisbahnen vorkämen. Allein damit sei sehr wenig gewonnen, denn die letztere Annahme werde durch die nämlichen philosophischen Einwendungen betroffen, wie die erstere. So wahr diess ist, so ist doch auch auf der anderen Seite zu bedauern, dass des Erzählers richtiges Gefühl ihn abhielt, auf des Arabers selbstständige Hypothesen des Näheren einzugehen. Solchergestalt können wir über dieselben, da unsere Quelle nicht weiter fliesst, uns auch nicht weiter verbreiten. Nur ein einzigesmal noch kommt *Maimonides* auf *Ibn Badja* zurück; „tu sais", redet er 111) seinen Lehrling an, „qu' Abou-Becr ibn-al Çaŷeg, dans son discours sur la Physique, exprime ce doute: si Aristote a connu l'excentricité du soleil, et si, la passant sous silence, il ne s'est préoccupé que de ce qui résulte de l'inclinaison, — l'effet de l'exentricité n'étant point distinct de celui de l'inclinaison,*) — ou bien s'il ne l'a point connue." Diese Frage der *Ibn Badja* wird dann von *Maimonides* dahin beantwortet, dass *Aristoteles* allerdings von der Excentricität keine Kenntniss besessen habe. Auch dieser Passus ist lehrreich für das Verständniss der Astronomie des arabischen Forschers, insoferne er uns sein kritisches Verhalten den Griechen gegenüber vor Augen führt; für unseren speziellen Zweck aber lernen wir nichts daraus, und so müssen wir uns mit der Gewissheit begnügen, in *Ibn Badja* einen Gelehrten erkannt zu haben, der eine Planetentheorie ohne Epicyklen für möglich und durchführbar hielt und so wenigstens indirekt eine einfachere und natürlichere Anschauung fördern half, welche dann schliesslich in der Lehre von der doppelt bewegten Erde ihr höchstes Ziel erreichte.

§ 9. Die Schlussepoche der spanisch-islamitischen Reformbewegung markirt der Name eines christlichen Königs, *Alphons X.*

---

*) Diese Parenthese erläutert der Herausgeber *Munk* (a. a. O.) dahin, dass nach *Jbn Badja*'s Meinung *Aristoteles* die Excentricität der Sonnenbahn auch dadurch wohl hätte beseitigen können, dass er dem Hauptkreis der Sphäre, an welchem nach aristotelisch-eudoxischer Theorie der betreffende Planet angeheftet gedacht wurde, eine die Ungleichheit eliminirende Neigung ertheilte. Mathematisch hat ein solcher Versuch aber seine grosse Schwierigkeit.

(1223—1284). Ueberzeugt von der Unzulänglichkeit der ptolemaeischen Tafeln für die astronomische Praxis verlegte dieser edeldenkende Fürst seine Lebensaufgabe in die Creirung eines neuen grossartigen Tafelwerkes. Eine nach Nationen und Confessionen gemischte Gelehrten-Commission, unter deren arabischen Mitgliedern *Abenragel?* und *Alkabitius?**) hervorragen, führte das grosse und jedem mit der Geschichte der Sternkunde nur einigermassen Vertrauten bekannte Unternehmen aus. Mit den ptolemaeischen Ueberlieferungen ward nur in schüchterner Weise gebrochen, so in der Annahme der Trepidation der Aequinoctialpunkte, ganz besonders aber auch in der Stipulirung einer vom Kreise abweichenden Bahn für einen der Planeten. Diese letztere Thatsache ist wichtig genug, um bei ihr einige Zeit zu verweilen.

Von der grossartigen durch *Rico y Sinobas* vor mehreren Jahren edirten astronomischen Encyklopädie des Königs *Alphons* 113) hat uns *Maedler* eine Analyse geliefert, die in bibliographischer Beziehung werthvoll ist und unbestreitbar zu den best gelungenen Partieen des voluminösen Werkes zählt 114). Wir nehmen seine Worte, soweit unser Thema dabei in Frage kommt, wörtlich auf 115): „Unter den Darstellungen ist besonders die p. 282 gegebene merkwürdig. Während nämlich alle übrigen nur Kreise geben, seien sie nun concentrisch oder excentrisch, ist hier die Bahn des Merkur durch eine Ellipse ausgedrückt, deren kleine Axe sich zur grossen beiläufig wie 9 zu 11 verhält. Aber das Sonnenzeichen findet sich nicht im Brennpunkt, sondern im Mittelpunkt der Curve. Der Herausgeber bemerkt, dass einige in dieser Ellipticität nichts als eine hygroskopische**) Verziehung des in ein Kalbfell eingehüllten Pergamentes haben erkennen wollen, und er zeigt mit leichter Mühe das Ungenügende einer solchen Erklärung. Aber die von ihm gleichfalls angeführte Vermuthung,

*) Als Vorarbeit zur Tabellenberechnung ist vielleicht des *Alkabitius* Untersuchung zu betrachten, welche nach *Maimonides* 112) in einer sonst völlig unbekannt gebliebenen Schrift „Von den Entfernungen" niedergelegt wurde. Man soll daselbst die Entfernungen des jeweiligen Planeten-Excenters vom Mittelpunkt des Thierkreises in Erdhalbmessern ausgedrückt finden.

**) Ein leicht kenntlicher Druck- oder Schreibfehler der Vorlage ward hier entsprechend verbessert.

Kepler möge von dieser Figur Kenntniss genommen haben und dadurch auf seine Ellipsen geführt worden sein, ist nicht weniger unhaltbar. *Kepler* legt uns mit aller Offenheit nicht blos das Resultat, sondern auch den Gang seiner Untersuchungen und selbst die anfänglich eingeschlagenen Irwege vor; seine Ellipse ist etwas ganz anderes als die dem *Azarquiel**) entlehnte alphonsinische, und nicht an der Merkursbahn, sondern an der Marsbahn hat er sie aus den tychonischen Beobachtungen direkt nachgewiesen. Immer aber bleibt diese Merkursbahn-Darstellung ein merkwürdiges Dokument für ddn Umstand, dass man schon früh die Unmöglichkeit eingesehen hat, mit dem excentrischen Kreise in allen Fällen auszureichen." Dieses Referat und die ihm angehängten Bemerkungen sagen in der That genug.

Natürlich konnten die vereinzelten Ansätze, welche über *Ptolemaeus* hinaus giengen, eine nachhaltige Wirkung nicht erzielen; im Grossen und Ganzen unterschieden sich die spanischen Tafeln nur wenig von den alexandrinischen 116). *Alphons* selbst fand in den erreichten Resultaten kein hinreichendes Aequivalent für die enormen darangewandten Mühen und Kosten, er überzeugte sich, dass alle Wissenschaft seiner Zeit ein leidliches Uebereinkommen zwischen Theorie und Beobachtung nicht herzustellen vermöge, und that in gerechtem Unmuth den für seine Krone unheilvoll gewordenen divinatorischen Ausspruch**): Ich würde dem System der himmlischen Bewegungen eine bessere Einrichtung ertheilt haben.

---

*) Wer dieser *Azarquiel* gewesen, der zuerst der Kreisform die ovale substituirt hätte, ist uns nicht recht klar. Als Mitglied des Tabellen-Comité's ist von ihm keine Rede; andererseits ist man versucht, in diesem Eigennamen eine Verketzerung jenes *Arzachel* zu sehen, der, wie wir erfuhren, nahezu 200 Jahre vor *Alfonso*'s Regierungszeit lebte. Oder soll obige Notiz blos bedeuten, man habe in einem älteren Werke *Arzachel*'s die betreffende Ellipse aufgefunden? Da sich andererseits im zweiten Buche des *Libro del Saber* ein *Abucach Azarquiel* als Verfertiger gewisser Instrumente introducirt, wäre man fast versucht, an eine mechanische Werkstätte mit der Firma des ersten Besitzers zu denken.

**) Dem Berichte des *Roderico Sanzio* zufolge war in der gegen den Herrscher verfassten Anklageschrift der Wortlaut besagten Diktums folgendermassen angegeben 117): „Si a principio creationis humanae Dei altissimi consiliis interfuissem, nonnulla melius ordinatiusque condita fuisse."

Wie überhaupt um jene Zeit das rasch entflammte Feuer arabischer Cultur allenthalben erlosch, so ist auch von jetzt ab über „Vorläufer des *Copernicus*“ bei mahommedanischen Völkern nichts mehr zu berichten. Gegenwärtig ist unter dem Druck ihrer erstarrten Religion fast jede Reminiscenz an dereinstiges Wissen in den dem Islam unterworfenen Ländern in einem Grade erloschen,*) dem höchstens in der auf die Stürme der Völkerwanderung folgenden Periode des christlichen Occidentes ein würdiges Analogon zur Seite steht.

---

1) *Reinaud,* Mémoire sur l'Inde, Paris 1849. S. 313. — *Boncompagni,* Intorno all' opera d'Albiruni sull' India, Bull. delle scienze mat. e fis. Tomo II. S. 153 ff.

2) *Hankel,* Zur Geschichte der Mathematik in Alterthum und Mittelalter, Leipzig 1874. S. 231.

3) Notices et extraits des manuscrits de la bibliothèque nationale et autres bibliothèques, Tome VII. 1804. S. 95.

4) *Peschel,* Geschichte der Erdkunde bis auf *A. v. Humboldt* und *Carl Ritter,* München 1865. S. 121.

5) *Dom. Cassini,* Vom Ursprung, Fortgang und Aufnahme der Sternkunde und deren Nutzen in der Erdbeschreibung und Schifffahrt, deutsch von *Kordenbusch,* Nürnberg 1771. S. 32.

6) *Steinschneider,* Vite di Matematici Arabi tratte da un' opera inedito di Bernardino Baldi con note, Roma 1864. S. 9. **)

*) Schon früher (§. 4) ward des Astrolabiums Erwähnung gethan, von dem die heutigen Perser gar keinen Gebrauch mehr zu machen wissen. Wir sind jedoch einen noch drastischeren Beleg beizubringen in der Lage. In der Reisebeschreibung eines persischen Mirza, welcher der ersten im Anfange dieses Jahrhunderts vom Schah nach England abgeordneten Gesandtschaft als Legationssekretär angehörte, somit eine nach persischem Zuschnitt hochgebildete Person war, ist zu lesen 118), welches Erstaunen die ganze Reisegesellschaft ergriff, als sie von ihrem Schiffsleuten erfuhren, dass die „Welt rund sei.“ Und das gilt von der unleugbar best angelegten unter all' den Völkerschaften, die dereinst dem Scepter der Kalifen gehorchten!

**) Künftighin blos: *Steinschneider*.

7) Astronom. Nachrichten XXX. S. 103. *)

8) Brevis ac perutilis compilatio *Alfragani* Astronomorum peritissimi, totum id continens, quod ad rudimenta Astronomica est opportunum, Norimbergae 1537. Blatt 8.

9) *Maedler*, Geschichte der Himmelskunde von der ältesten bis auf die neueste Zeit, 1. Band, Braunschweig 1873. S. 90.

10) *Peschel*, S. 122.

11) *Birnbaum*, Grundzüge der astronomischen Geographie, Leipzig 1862. S. 11 ff.

12) *Alfraganus*, Blatt 3 ff.

13) *Peschel*, S. 120.

14) *I. F. Sédillot*, Traité des instruments astronomiques de Arabes composé au treizième siècle par *Aboul Hhas'an Ali*, de Maroc, Paris 1834.

15) Ibid. S. 73.

16) *Hammer-Purgstall*, Literaturgeschichte der Araber, 4. Band, Wien 1853. S. 363.

17) Ibid. S. 365.

18) Ibid. S. 366.

19) Ibid. S. 371.

20) Ibid. S. 327.

21) *Steinschneider, Thabit ben Korra*, Bibliographische Notiz, Zeitschr. f. Math. u. Phys. 18. Band, S. 334.

22) *Steinschneider*, S. 13.

23) *Peschel*, S. 131.

24) *Sédillot*, Mémoire sur les systèmes géographiques, Paris 1834 S. 5.

25) *Alfraganus*, Blatt 5, 2.

26) *Jordan*, Physische Geographie und Meteorologie der lybischen Wüste, Kassel 1876. S. 40.

27) *Peschel*, S. 350.

28) *Sonndorfer*, Theorie und Construktion der Sonnenuhren, Wien 1864. S. 13 ff.

---

*) Wie sich der Verf. nachher überzeugte, ist die Ansicht *d'Arrest*'s doch eine zu hypothetische, als dass die im Texte betreffs der Persönlichkeit des Beobachters daran geknüpften Schlüsse grosses Vertrauen verdienten. *Maedler*'s Bericht war, wie häufig, zu sanguinisch.

29) *Sédillot,* Matériaux pour servir à l'histoire comparée des Sciences Mathématiques chez les Grecs et les Orientaux, Paris 1845. S. 323 ff.

30) *Kržiž,* Beschreibung, wissenschaftliche Zergliederung und Gebrauchsweise des persisch-arabischen Astrolabiums, Archiv d. Math. u. Phys. 45. Theil, S. 289 ff.

31) Ibid. S. 313.

32) *Hammer-Purgstall,* S. 328.

33) *Maedler,* 2. Band, S. 357.

34) *Steinschneider,* S. 429. S. 452.

35) *Peschel,* S. 133 ff.

36) *Dieterici,**) die Naturanschauung und Naturphilosophie der Araber im zehnten Jahrhundert, Posen 1864. — Id., die Propaedeutik der Araber im zehnten Jahrhundert, Berlin 1865.

37) *Morgott,* Geist und Natur im Menschen. Die Lehre des heiligen *Thomas* über die Grundfragen der Psychologie, Eichstätt 1860. S. 63.

38) *Dieterici,* S. 24.

39) Ibid. S. 26.

40) Ibid. S. 27.

41) Ibid. S. 31.

42) *Reinaud,* Introduction à la Géographie *d'Aboulféda,* Paris 1874 Proleg. S. 4.

43) *Zakarija Ben Muhammed ben Mâhmud El-Kazwîni's* Kosmographie deutsch von *Ethé,* 1. Halbband, Leipzig 1868.

44) Ibid. S. 294.

45) Ibid. S. 303.

46) Ibid. S. 295.

47) Ibid. S. 298.

48) *H. Martin,* Observations et théories des Anciens sur les attractions et les répulsions magnétiques et sur les attractions électriques, Rome 1865. S. 6.

49) *Cantor,* Mathematische Beiträge zum Culturleben der Völker, Halle 1864. S. 268.

50) *Kazwîni,* S. 97.

51) La Cosmographie de *Chemsed — din ed Dimichqui,* par *Mehren,* St. Pétersbourg 1866.

*) Künftighin blos: *Dieterici.*

52) Manuel de la Cosmographie du moyen age, traduite de l'arabe „nokhbet ed dan fi âdjaib-il-birr-wal . bah'r" de *Shems-eddîn âbdallah Mohammed de Dammas* par *Mehren*, Copenhague, Paris, Leipzig 1874.

53) Ibid. S. 3.

54) *Maedler*, 1. Band, S. 91.

55) *Demitschki*, S. 5.

56) *Kazwîni*, S. 296.

57) *Hocheder*, Begründung der Lehre des *Platon* über die Axendrehung der Erde, Aschaffenburg 1860.

58) *Demitschki*, S. 4.

59) *Dieterici*, S. 39.

60) *Sprenger*, The Copernican System of Astronomy among the Arabs, Journal of the *Asiatic Society of Bengal*, Vol. XXV, S. 189.

61) Id., Recension zu *Dieterici*, Zeitschr. d. Deutschen morgenländ. Gesellsch. 30. Band, S. 334.

62) *Steinschneider*, S. 22.

63) Ibid. S. 19.

64) *Libri*, Histoire des sciences mathématiques in Italie, Tome I., Paris 1838. S. 345.

65) *Steinschneider*, zur Geschichte der Uebersetzungen aus dem Indischen in's Arabische, und deren Einfluss auf die arabische Literatur, Zeitschr. d. Deutschen morgenländ. Gesellsch. 25. Band, S. 374.

66) *Steinschneider*, S. 19.

67) *Chwolsohn*, die Ssabier, Petersburg 1856.

68) *Steinschneider*, Thabit ben Korra, S. 334 ff.

69) *Delambre*, Histoire de l'astronomie du moyen age, Paris 1819. S. 73 ff.

70) *Hankel*, S. 241.

71) *Maedler*, 1. Band, S. 123.

72) *Steinschneider*, zur Gesch. etc. S. 412.

73) Description des Étoiles fixes par Abd-al-Rahman al Sufi . . . . par *Schjellerup*, St. Pétersbourg 1874.

74) *Steinschneider*, S. 87.

75) *Munk*, Mélanges de philosophie Juive et Arabe, Paris 1839. S. 412.

76) Le guide des égarés. Traité de théologie et de philoso-

phie par *Moise ben Maimon . . .* par *Munk,* Tome I., Paris 1856. S. 358.

77) *Schleiden,* die Bedeutung der Juden für die Erhaltung und Wiederbelebung der Wissenschaften im Mittelalter, *Westermann's* Monatshefte, Nov. 1876. S. 160.

78) *Joel,* Spinoza's theologisch-politischer Traktat auf seine Quellen geprüft, Breslau 1872.

79) *Steinschneider,* S. 44 ff.

80) Ibid. S. 86.

81) Alpetragii Arabis planetarum theoriae physicis rationibus probatae . . . *a Calo Calonymo* Hebraeo, Venetiis 1539.

82) *Delambre,* S. 27.

83) Ibid. S. 171 ff.

84) Ibid. S. 74.

85) *Hankel,* S. 249.

86) *Maedler,* 1. Band, S. 97.

87) Geschichte der Astronomie von den ältesten bis auf die gegenwärtigen Zeiten, 1. Band, Chemnitz 1792. S. 181.

88) *Schiaparelli,* Le sfere omocentriche di *Eudosso,* di *Calippoe* di *Aristotele,* Milano 1874. S. 24.

89) Hebräische Bibliographie 1872. S. 125.

90) *Delambre,* S. 381.

91) *L. Am. Sédillot,* Sur les emprunts que nous avons faits à la science arabe, et en particulier de la détermination de la troisième inégalité lunaire ou variation par *Aboul-Wafâ de Bagdad,* Bull. delle scienze mat. e fis. Tomo VIII. S. 63 ff.

92) Untersuchungen über den Ursprung der Entdeckungen, die den Neueren zugeschrieben werden. Aus dem Französischen, Leipzig 1772. S. 108.

93) *Steinschneider,* S. 73 ff.*)

94) Ibid. S. 70.

95) Ibid. S. 71.

96) *Maedler,* 1. Band, S. 96.

97) *Delambre,* S. 179.

98) *Munk,* Tome II. S. 179.

99) *Gebri filii Affla, Hispalensis,* de Astronomiâ libri IX, in

---

*) Vgl. auch *Steinschneider, Harib,* Sohn des *Zeid,* und *Garib,* Sohn des *Said,* Zeitschr. f. Math. u. Phys. 11. Band, S. 243.

quibus Ptolemaeum, alioqui doctissimum emendavit, alicubi industria superavit. Omnibus Astronomiae studiosis haud dubie utilissimus futurus. Per magistrum *Girardum Cremonensem,* in latinum versi, Norimbergae 1533.

100) *Delambre,* S. 181.

101) Ibid. S. 184.

102) Ibid. S. 6.

103) *Wolf,* Handbuch der Mathematik, Physik, Geodaesie und Astronomie, 2. Band, Zürich 1872. S. 289.

104) *Steinschneider,* S. 81.

105) *Munk,* Tome II. S. 82.

106) Id., Notice sur *Joseph ben-Jehouda,* Journal Asiatique 1842, S. 14.

107) *Munk,* Tome II. S. 82.

108) Ibid. S. 185.

109) *Munk,* Tome I. S. 359.

110) *Schiaparelli,* die Vorläufer des *Copernicus* im Alterthum, Deutsch von *Curtze,* Leipzig 1876. S. 68.

111) *Munk,* Tome II. S. 194.

112) Ibid. S. 191.

113) Libros del Saber de Astronomia, del Rey Don Alfonso X. de Castilla . . . por Don *Manuel Rico y Sinobas,* Madrid 1863.

114) *Maedler,* 2. Band, S. 351 ff.

115) Ibid. S. 359.

116) *Delambre,* S. 253.

117) *Maedler,* 1. Band, S. 100.

118) *Hadschi Baba's* aus Ispahan Abenteuer in England, herausgegeben von *Morier,* Deutsch von *Bärmann,* 1. Theil, Braunschweig 1837. S. 94.

III. Hebräer.

§ 1. Durch die kategorischen Forderungen der Chronologie veranlasst hatte sich bei den Hebräern bereits zu der Zeit, als sie noch eine compakte Nationalität darstellten, eine wissenschaftliche Sternkunde in ihren ersten Anfängen auszubilden begonnen*). Da die Lehre von der Kugelgestalt der Erde die erste Voraussetzung jeder geordneten astronomischen Thätigkeit ist, so stand diese wohl bereits um die Zeit Christi bei vielen gebildeten Juden fest**), obwohl wir nicht in der Lage sind, hierfür positive Belege an die Hand zu geben. Wohl aber existirt ein solcher für das nächste Jahrhundert.

---

*) Der Verfasser beruft sich betreffs Erhärtung dieser Behauptung auf seine eigene gedrängte Darstellung des wichtigsten Bestandtheils der altjüdischen Astronomie 1). Es ward dort in gemeinverständlicher Weise dargelegt, wie in der frühesten Zeit die Bestimmung der für die Cultusvorschrifen massgebenden coelestischen Erscheinnngen ausschliesslich nach wirklichen Beobachtungen erfolgte, wie dann in späterer Periode eine Art empirischer Vorausberechnung hinzutrat und wie endlich in der Mitte des dritten Jahrhunderts unserer Aera unter dem Einflusse der Babylonier *Samuel* und *Adda* ein consequentes System cyklischer Calculation entstand. Ausdrücklich ward damals hervorgehoben, dass an andere als cyklische, d. h. rationell-empirische Verfahrungsweisen nicht gedacht werden dürfe.

**) Welches die kosmologischen Vorstellungen der Israeliten im biblischen Zeitraum gewesen seien, erscheint nicht ausgemacht. *Schacht* behauptet 2), dass man um's Jahr 770 v. Chr., als die Prophetie in ihrer höchsten Blüthe gewesen, darüber Zweifel gehegt habe, ob die Erde eine viereckige oder aber eine kreisförmige Platte sei. Wir wissen nicht, ob das wahr ist, ebensowenig aber, ob die correkte Auffassung spontan sich herausgebildet oder erst beim Bekanntwerden mit fremdem (griechischem) Wissen sich Bahn gebrochen hat.

Diess ergiebt sich aus den sogenannten „Baraitha's", Sammlungen von allerlei wissenschaftlichem und religiösem Lehrstoff, welche neben der ehrwürdigen Mischna allmälich entstanden und guten Theiles später dem eigentlichen Lehrgebäude, dem Talmud, incorporirt wurden. *Zunz* in seiner hochverdienstlichen Monographie über die geographische Literatur der Juden führt nicht weniger als sieben „geographische Baraitha's" an 3), welche allerdings mit Ausnahme einer einzigen blos topographisches Material bieten. Diese eine aber überzeugt uns vollständig, dass in jener frühen Epoche, im zweiten Jahrhundert unserer Zeitrechnung, die Kugelform eine nicht unbekannte Thatsache war. Es heisst dort (a. a. O.) nämlich: „Aegypten hat eine Länge von 400 Parasangen und eben dieselbe Breite; es ist der sechzigste Theil von *Kusch*, und dieses der sechzigste Theil der Erde". Nun, wer die Grösse der Erde nach Parasangen messen will, muss doch zuvor davon eine klare Vorstellung besitzen, dass eine Fortsetzung der Messung in stets gleichem Sinne ihn schliesslich wieder auf seinen Anfangspunkt zurückführen müsste.

Das chronologisch nächste Zeugniss, welches für unsere Zwecke in Betracht kommt, ist allerdings ein bedeutend späteres, allein dafür lässt sich auch ein inzwischen vollzogener Fortschritt nicht verkennen. Wir meinen die Baraitha eines *Rabbi Samuel*, welche nicht selten 4) mit der ungefähr gleichzeitigen Baraitha *Elieser's* verwechselt wird. Das Datum der Abfassung dieser Schrift lässt sich aus der Angabe des Autors über das Wiedereintreffen der Schaltjahre und Tekupha's — eine gewisse Fixirung des mittleren Jahreszeiten-Beginns — mit ziemlicher Schärfe in das Intervall 776 bis 860 verlegen. Hier haben wir es bereits mit einem ziemlich vollständigen Compendium der gesammten Astronomie zu thun, welches besonders dadurch interessant ist, dass bei seiner Anlage zwar griechische (byzantinische) aber noch keinerlei arabische Einflüsse nachzuweisen sind. Da *Samuel* die Stellungen der Planeten und vor Allem auch die Entstehung der Jahreszeiten richtig erklärt, müssen ihm die Elementarwahrheiten der astronomischen Geographie vollständig zur Disposition gestanden haben. Ein Beweis für die Achtung, welche dieses Werk in der jüdischen Gelehrtenwelt genoss, liegt darin, dass 5) weit spätere Schriftsteller, wie *Donolo* und *Abraham ben Chija*, aus demselben schöpften.

§ 2. Späterhin repräsentirte der Almagest (אלמגיסטו), wie *Steinschneider* 6) sich ausdrückt, so den Juden wie den Arabern „das Grundbuch". Aus ihm entlehnte die orientalische Astronomie in ihrer Bilderliebhaberei das Gleichniss von den Weltsphären als Zwiebelschalen, welchem wir bereits im vorigen Abschnitte begegnet sind. „Die Vergleichung der Sphären mit Zwiebelschalen", sagt der erwähnte competenteste Gelehrte (a. a. O.), *„(Ghayat, Gabirol, Maimonides, Palquera, Jos. Kimchi,* die Abbildung bei *Ibn Sahula)* weisst *Silv. de Sacy* (Chrest. arabe Ed. I. T. II. p. 384.) auch bei den Drusen nach." Wie im zweiten Kapitel werden wir uns auch hier zur Pflicht machen, an gewissen hervorragenden und charakteristischen Exempeln darzuthun, wie die jüdischen Mathematiker die Lehre von der Sphäricität der Erde wissenschaftlich behandelten, resp. von derselben Anwendung auf Probleme der Erdkunde selbst machten.

Unter den in's Abendland verschlagenen Israeliten*) unternahm es als der Erste *Abraham ben Chija,* einen systematischen Abriss der Sternkunde nach ihrem ganzen Umfange zu entwerfen 8). Es ist nicht sicher, ob er, vermuthlich ein geborner Nordspanier, im südlichen Frankreich sich vorübergehend oder dauernd aufgehalten habe; *Zunz* 9) hält letztere Annahme für die wahrscheinlichere. Nicht minder ungewiss ist Geburts- und Todesjahr des gelehrten Mannes, indess weiss man bestimmt, dass er an der Grenzscheide des elften und zwölften Säkulums lebte. Von seinen sämmtlich der Mathematik und deren Hülfsdisciplinen gewidmeten Werken kommt für uns blos eines, dieses aber auch um so mehr, in Betracht. Dasselbe ist nach *Steinschneider's* Beschreibung 10) *„Zurat ha-Arez* (Form der Erde**), astronomische Geographie und Astronomie in 10 „Pforten" (Abschnitten)." Von diesem Elaborat besitzen wir

*) Aelter als diejenige *Abraham's* ist allerdings die Kosmographie des *Assaf,* welche nach *Zunz* einem christlichen Erdbeschreiber als Modell gedient hat 7); jedoch war dieser Gelehrte wahrscheinlich kein Europäer, sondern ein Palästinenser. *Assaf's* Buch scheint eine Stütze für die Irrlehre von den unbewohnbaren Klimaten gewesen zu sein; es kommt bei ihm eine Geschichte von 40 Weisen vor, die nach Osten zogen, um das Paradies aufzusuchen. „Aber jenseits Indien verzehrte sie die Gluth des sich umwälzendes Schwertes."

**) In einer Randnote wird darauf hingewiesen, dass dieser Titel bei allen ähnlichen handschriftlich vorhandenen Weltbeschreibungen arabischer wie hebräischer Zunge stereotyp ist. So zum Beispiel das

nicht allein den hebräischen Text gedruckt, sondern auch aus der Feder des bekannten *Sebastian Münster* eine lateinische Erläuterung 11)*). An diese werden wir uns trotz gewisser Mängel jedenfalls halten müssen, da daraus entnommene Citate doch immer auf allgemeineres Verständniss rechnen dürfen, als wenn sie aus dem Originale selbst stammten. Ausserdem besitzen wir noch eine nicht ganz vollständige Uebersetzung von Seite des Basler Astronomen *Schreckenfuchs*, der, wie aus *Tycho's* Correspondenz 13) erhellt, besonders als Verfertiger astronomischer Instrumente eines grossen Rufes genoss.

Ist diese Uebersetzung 14) nach *Steinschneider's* Urtheil auch keine sehr gute 15) — wie hätte sie auch das bei dem damaligen Zustande der orientalistischen Studien in Deutschland werden sollen —, so reicht sie im Bunde mit *Münster's* Noten doch jedenfalls völlig aus, um uns ein klares Bild von dem Zustande der mathematischen Erdkunde bei den Juden des zwölften Jahrhunderts, also zu einer Zeit, zu geben, wo noch nicht einmal das grundlegende astronomische Werk des *Ptolemaeus* in der Volkssprache existirte 16).

Das erste Kapitel handelt**) 17) „de forma coeli et terrae, et distantia alterius ab altero, ac figura motus et partibus ejus". Es beginnt mit eingehender Erörterung der Gründe, welche dafür dass „der Himmel rund sei", vorgebracht werden können. Diese

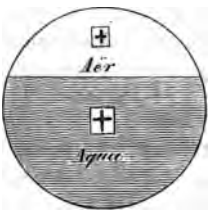
anonyme astronomische Conpendium Temunat ha-Kaddur (Form des Globus) von unbekanntem Verfasser.

*) *Delambre* 12), der über den Commentar *Münster's* ein sehr abfälliges Urtheil spricht, dürfte denselben kaum mit der nöthigen Aufmerksamkeit gelesen haben.

**) Wir können uns nicht versagen, aus den *Münster*'schen Anmerkungen nachstehend einen Passus mitzutheilen, der zwar nicht gerade für unsere Specialfrage wohl aber für die Allgemeingeschichte der Wissenschaft bedeutsam ist und noch nirgends erwähnt ward. Es ist dieser 18): „Ab experimentis et effectibus venitur ad causam, quod philosophus dicit procedere à posteriori ad prius. Per experimentalem astronomiam multi quaerunt commodum in hoc seculo. Sapientes vero non magni faciunt eam, cum argumenta haberent invalida, effectusque raro sequantur causas, quae praetexi solent." Wie klar ist hier bereits das Fundamentalprincip aller induktiven Forschung ausgesprochen, dessen halb unbewusste Befolgung die Astronomen dieses und des folgenden Jahrhunderts trotz *Münster's* Skepticismus zu so gigantischen Erfolgen emporleitete.

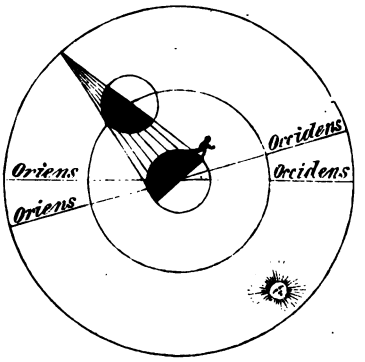
Gründe, welche uns ja in der That dazu führen, sämmtliche Gestirne als einer idealen Kugelfläche vom Einheitsradius angehörig zu denken, werden im Wesentlichen exakt gegeben. Von Interesse ist dabei die Berücksichtigung eines damals nicht ferne liegenden Einwurfes. Da nämlich ein Hauptargument für die Sphäricität des Himmelsgewölbes in der unveränderten Grösse der über dasselbe hinziehenden Gestirne liegen soll, und da bekanntlich Sonne und Mond in der Nähe des Horizontes grösser erscheinen als im Zenith, so muss diesem Factum Rechnung getragen werden. Als Grund der Erscheinung wird die Dichte der Luft angegeben; die aus derselben resultirende Strahlenbrechung bewirke jene Vergrösserung. Ist das auch bekanntlich nicht strenge gültig, so ist der Erklärungsversuch doch immer ein sehr achtbarer und beweisst, dass die mittelalterlichen Juden sich gut auf Dioptrik verstanden. U. a. spricht dafür auch *Hammer's* Nachricht 19), dass bereits um's Jahr 864 n. *Chr.* ein jüdischer Gelehrter diesem Gegenstande seine Theilnahme gewidmet habe. Als der Astronom *Abu Mansur* „eines Tages um die Strahlenwerfung gefragt ward, bemerkt er, dass von Allen, welche den Almagist übersetzt, nur der Rabbiner Arzt" — seinen thatsächlichen Namen kennt man nicht — „diese Strahlenwerfung aufgenommen hätte." — Die Figur, welche bei *Abraham* die Vergrösserung eines im Wasser befindlichen Steines als Seitenstück darstellt, ist in unserer Fig. 1. wiedergegeben. Schliesslich sei auch noch der metaphysisch-geometrischen Beweise für die Kugelform des Universums gedacht: „sphaera caret angulis" und hat bei relativ geringster Oberfläche den grössten kubischen Inhalt. Der Uebergang vom Himmel zur Erde vollzieht sich dann leicht, denn manche Gründe gelten für diese wie für jenen. So heisst es denn auch ohne Weiteres 20): „Ita quoque tribuerunt terrae, qualitatique suae corpus sphaericum, et globi simile. Montes, ac valles, quae sunt in superficie ejus, non sint tibi curae neque respectui, eo quod nullam comparationem et proportionem ad corpus ejus habent." Wir gewahren bei *Abraham's* Darstellung nicht nur keinen Fortschritt sondern eher einen methodischen Rückschritt gegen diejenige arabischer Schriftsteller, z. B. des *Alfragan*, denn während letzterer die allein stichhaltigen

Fig. 1.



Beweggründe an die Spitze stellt, nimmt *Abraham* die Kugelgestalt als durch jene aprioristischen Schlüsse bewiesen an und leitet nun aus ihr die Erscheinung der Sphäre her. Diess letztere thut er allerdings recht gründlich. Ausführlicher als bei *Al Fergani* wird gezeigt, warum östlicher Wohnende z. B. den Beginn einer Mondfinsterniss eher wahrnehmen müssen, als die Westländer. Obschon die zur Darlegung dieses Verhältnisses bestimmte Figur (Fig. 2) nicht die wünschenswerthe Klarheit besitzt, so kann man doch aus ihr entnehmen, was der Autor eigentlich damit sagen will. Das menschliche Figürchen bezeichnet gerade den Ort, für welchen demnächst der von Ost nach West vorrückende Mond halb verfinstert aufgehen würde, während man weiter nach Osten hin bereits das Schauspiel einer totalen Finsterniss hatte.

Fig. 2.



Zwei Beobachter, wird bemerkt 21), die auf dem nämlichen Parallelkreise wohnten, notirten den Eintritt der Eklipse, und als sie später ihre Aufzeichnungen verglichen, stellte sich ein Unterschied in der Zeit heraus.*) Im Anschluss daran wird mit Sachkunde darauf aufmerksam gemacht, dass sich bei Annahme einer ebenen oder gar concaven Erdoberfläche ganz andere Erscheinungen zeigen müssten, als man sie wirklich wahrnehme; im ersteren Falle müssten nämlich die Auf- und Untergänge für jeden Erdort genau gleichzeitig eintreten, im zweiten würden sogar die Orientalen den Aufgang später zu Gesichte bekommen als westliche Nachbarn. Das Original versinnlicht diese unleugbare Thatsache durch zwei nette

*) Diese Differenz der Ortszeiten ist bekanntlich nichts anderes als der in Zeitmass umgesetzte Längenunterschied. Man hat darum in früherer Zeit, als das Problem, „die Meereslänge zu finden", noch nahezu unlösbar erschien, gerne auf die Beobachtung von Mondsfinsternissen zurückgegriffen. Die schlechte Abgrenzung der Schattenlinie macht dieses Verfahren zwar nahezu illusorisch, allein die noch jetzt beliebte Idee, die Länge durch Sternbedeckungen zu erhalten, beruht wenigstens auf dem nämlichen Grundgedanken „Conjunctiones stellarum" werden übrigens auch von *Abraham* namentlich erwähnt.

Figuren, welche *Schreckenfuchs* nicht in seine Bearbeitung aufgenommen hat, die sich aber durch die beigesetzten hebräischen Wörter als dem Originale angehörig legitimiren. Dieselben sind mit der am ersteren Orte sich findenden in unserer Fig. 3 zusammengestellt und verdeutlichen in einer auch von der Paedagogik unserer Tage nicht zu verwerfenden Weise die Phänomene, wie sie sich auf einer convexen, planen und concaven Erde darstellen müssten. — Wie die ganze Beweisanlage des Hebräers eine rückwärts schreitende ist, so kommt auch erst in letzter Linie der Beweis für die sphärische Krümmung der Erde in der Richtung des Meridianes an die Reihe; diese Betrachtung ist deshalb nöthig, weil sonst, wie richtig hervorgehoben wird, die Gestalt der Erde auch eine cylindrische (columnaris) sein könnte.

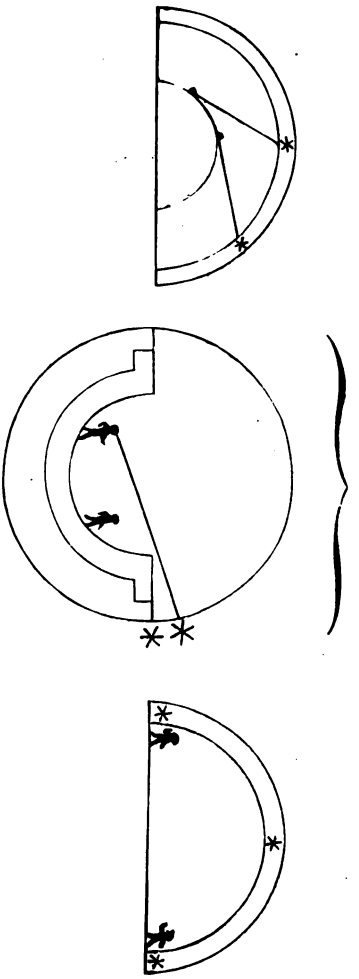


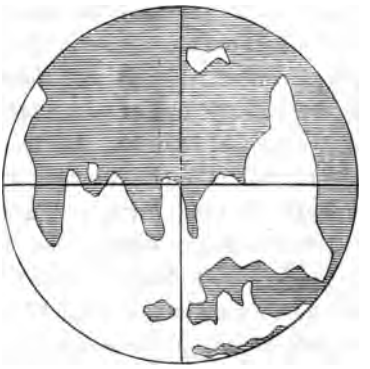
Fig. 3.

Einen günstigen Eindruck macht weiterhin die ganze Darlegung der mathematisch-geographischen Fundamentalsätze. Dass im sechsten Kapitel 22) die heisse Zone wieder als inhabitabilis bezeichnet wird, gehört nun einmal zu den „berechtigten Eigenthümlichkeiten" der damaligen Erdkunde*). Immerhin lässt das der

*) Zu rühmen ist, dass wenigstens die Polarzone nicht mehr für schlechthin unbewohnbar gilt. Es heisst vielmehr ausdrücklich 23), man habe derselben so lange den Charakter der Unbewohnbarkeit beigelegt, als Niemand über den sechsundsechzigsten Breitegrad hinausgekommen sei.

Classifikation nach Klimaten beigegebene Länderbild (Fig. 4) einen sehr erfreulichen Gewinn von Kenntnissen im Verhältniss zu den Sonderbarkeiten der arabischen Kartographen erkennen*). Denn diese Projektion unserer Halbkugel macht zwar noch den argen Irrthum der Araber betreffs der Gestalt Indiens mit, verleiht aber dem afrikanischen Continent eine verhältnissmässig sehr richtige Form, wie sie ja eigentlich erst durch *Bartolomeo Diaz* festgestellt worden ist.

Fig 4.



§ 3. Wer die Kugelgestalt als solche erkannt hat und auf sie weitere Schlüsse begründen will, wird immer zunächst nach ihrer Grösse fragen müssen. Das thut denn auch *Abraham ben Chija* in der letzten Pforte seines Werkes, über welche die lateinische Uebersetzung sich nicht mehr erstreckt. Er bezieht sich dabei ausschliesslich auf die Gradmessung *Al Mamun's* und auf die Darstellung *Alfragan's*, wobei er auch dessen sonderbare Ausrechnung der wirklichen Sterngrössen acceptirt. Die Resultate giebt der Commentator *Münster* 24) in deutschen und italienischen Meilen. Auch die Zonen werden berechnet, speciell natürlich die bewohnbaren; die Parallelkreise ziehen sich gegen die Pole hin immer mehr zusammen": „unde fit, ut extremus parallelus terrae habitabilis quintam partem duntaxat complectatur totius aequatoris" 25). Denn der Aequator hat 20760, jener Kreis aber 4152 „milliaria" im Umfang;**) „Judaeus noster ponit 4145."

*) Obwohl Mancher geneigt sein könnte, die Erdkarte für eine Zuthat des Uebersetzers zu halten, scheint uns doch der Umstand für deren Originalität zu sprechen, dass nach orientalischer Manier Norden unten, Süden oben, erscheint.

*) In wieweit diese Rechnung mit der Wahrheit stimmt, geht aus nachstehender Controlrechnung hervor. Bezeichnet man den Radius des vom Autor ausdrücklich als Grenzkreis normirten Parallels von 66° lat. mit x, so ist jener Umfang gleich

$$2\pi x = 2\pi \sin 24^\circ . \frac{20760}{2\pi} = 20760 \sin 24^\circ.$$

Es berechnet sich also die Peripherie zu 8443,8 Meilen jenes Maasses.

Dass die Juden jedoch sonst ganz richtige Ansichten über die Grössenverhältnisse der Erdkugel hegten, ergiebt sich aus einer höchst interessanten Zusammenstellung von *Wackerbarth*, welcher wir Folgendes entnehmen 26): „The Greek or Egyptian landsurveyors' cubit has been determined by *Sir Henry James* (as I believe) all possible accuracy to be 18,240 inches (English). The Hebrew ordinary cubit will therefore be 6 palms, i. e. six-fifths of this, or 21,8886 inches = 1,82405 feet, which agrees with *Arbuthnot's* estimate, 1ᶠ824. In the treatise, Pesachim, פְּסָחִים of the Talmud, fol. 94 recto, we find it stated, that the circonference of the Earth is 6000 פַּרְסָה, or Parasangs. Now, a Parasang פַּרְסָה is = 12000 cubits; whence we have One אַמָּה or Cubit = $2\,\pi.\frac{\text{Radius of the Earth}}{72000000}$". Nach *Colonel Clarke* wäre ein Cubit = $2\,\pi.\frac{20926062}{72000000}$ und die Ausrechnung ergiebt die beiden Werthe 1,82572 und 1,82405, zwischen denen nur die sehr geringe Differenz 0,02 inches bestünde. — Bei dieser Vergleichung scheint allerdings noch Manches auf hypothetischer Grundlage zu beruhen, denn *Steinschneider* 27) erklärt die Zahl 6000 der talmudischen Parasangen für rein symbolisch (d. h. wohl, nicht durch wirkliche Untersuchung gewonnen). Immerhin ist die hohe Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit merkwürdig, auf welche hingewiesen zu haben *Wackerbarth's* unbestreitbares Verdienst ist. Jedenfalls ist die jüdische Bestimmung, sei es durch Zufall oder durch Absicht, eine exaktere als die in demselben Maasse gegebene des *Ali Kushgius* (?), von welcher *Delambre* berichtet 28): „Le grand cercle de la Terre est de 800 parasanges .... le diamètre de la Terre est de 1545 parasanges, la surface entière de la Terre 20363636 parasanges, la surface de Terre habitable 4376940 parasanges."

§ 4. Im Anschluss an die bisher gelieferten Nachweisungen soll in diesem Paragraphen noch weiter von den Schlüssen gehandelt werden, welche die mittelalterlichen Juden aus der Kugelform der Erde zu ziehen verstanden. Eine strenge Ordnung wird sich bei dieser Registirungsarbeit schwerlich einhalten lassen, da wir ja

---

Wie sich der kolossale Fehler, den sowohl der jüdische Autor als sein 400 Jahre später lebender Revisor begehen, erklären liesse, ist uns undeutlich. Anwendung der Trigonometrie lässt sich ja am Ende nicht verlangen, aber das weiss doch jeder Anfänger, dass der Parallel von 60° lat. gerade halb so gross ist, als der Aequator. Wie sollten dann 6 Grade Unterschied eine Differenz von fast 6000 Meilen bedingen!

nicht über vollständige Werke, sonders nur über Aphorismen und gelegentliche Andeutungen der sach- und sprachkundigen Autoren zu referiren haben. Doch wird auch dieses Wenige einen nicht ganz unwichtigen Beitrag zur Kenntniss der mathematischen Erdkunde bei den Hebräern ausmachen und zu weiteren Untersuchungen auf diesem noch so wenig cultivirten Gebiete anregen.

Maimonides betrachtet die Kugelgestalt als etwas Selbstverständliches. Das ganze Universum, glaubt er 29), ist kugelförmig und als ein einziges gewaltiges Lebewesen aufzufassen. Im Inneren desselben befindet sich die Erdkugel, um welche sich in aufsteigender Ordnung als concentrische Kugelschalen lagern die Materien des Wassers, der Luft, des Feuers und Aethers*), aus welch' letzterem die Himmelskörper geformt sind 30). Auch an anderen Orten bethätigt der grosse Weltweise seinen freien kosmologischen Standpunkt, wie er denn in eben dieser theologischen Hauptschrift *Moreh* — nach *Steinschneider* 31) „der Mittelpunkt religionsphilosophischer Thätigkeit bis auf die Gegenwart" (Vgl. auch Abschn. II. § 7.) — sich zur Lehre von den Antipoden bekennt 32).

Auf gewisse physikalische Erklärungsgründe, welche, wie uns *Kazwîni* berichtete, bereits einzelnen Arabern geläufig waren, griff der Karait *Jehuda Hadossi***) zurück, um die Globosität der Erde

*) Ganz genau so drückt sich die lateinische Ode „de astronomia" aus, welche *Hagen* auf der Berner Stadtbibliothek gefunden und in seiner poetischen Sammlung aus dem Mittelalter (Bern 1877, S. 35) publicirt hat. Nachdem dort die sphärische Gestalt der Welt constatirt worden, heisst es weiter:

„Quae sui terram medio vel imo
Continens ambit ratione cursus,
Raptibus caeli quoque circulari
Cardine claudens.

Ducitur circum species propinqua,
Noscitur quae materies aquarum;
Aëris post hanc sequitur: jugatur
Ignis eidem."

**) Die Karäer oder Karaiten bildeten eine während des früheren Mittelalters im Orient enstandene haeretische Sekte, welche sich gleichermassen gegen die Tradition wie gegen die Alleinherrschaft des Talmud auflehnte; die spätere jüdische Geschichte bezeichnet ihnen gegenüber die orthodoxe Richtung häufig als die rabbinitische. Als wissenschaftliche Grösse der Karaiten erscheint eben jener *Jehuda*, auf welchen der Verfasser bereits früher 33) als auf eine in der Geschichte der Mathematik bemerkenswerthe Persönlichkeit aufmerksam zu machen Gelegenheit hatte.

und deren vermeintlich centrale Stellung im Kosmos deduktiv zu verificiren. Sein bezügliches Werk Eschkol ha-kofer erschien im Jahre 1149 zu Jerusalem. In demselben erörtert er die Ansicht, dass das Firmament, welches die Erde, so wie das Weisse des Eies dessen „Mark", umschliesse, ein magnetischer Körper sei, welcher so vermöge der von all' seinen Theilen ausgeübten Anziehungskraft die Erdkugel im Weltmittelpunkt festhalte. Er selbst hat allerdings Bedenken gegen diese Hypothese, welche ihm zufolge den „Weisen der Erkenntniss", d. h. den rationalistischen Denkern, ihre Entstehung verdankt. Denn wie soll der Magnet, den er sich doch selbst aus den vier „Mischungen" (Elementen) der Erde zusammengesetzt denkt, in der reineren Substanz der Himmelssphäre auftreten können?

Die Kunst, Orte auf der kugelförmigen Erde durch ihre geographischen Constanten festzulegen, müssen die Israeliten ebenfalls wohl verstanden haben, und in der Beobachtung selbst sowie in Angabe und Anfertigung der dazu dienenden Werkzeuge, thaten sie es den Besten ihrer Zeit gleich. Hören wir darüber *Steinschneider's* gedrängte Darstellung 34): „Ueber Theorie, Verbesserung und Erfindung astronomischer Instrumente, des Astrolabs, Quadranten, der Sphäre, Sonnenuhr u. s. w., schrieben unter Anderen *Ibn Esra**), der die Theilung des Himmelsglobus durch den Aequator und Anderes erfunden haben soll, was andere Astronomen sich selber zueigneten, *Samuel halevi* (1280 — 1284), *Jacob ben Machir***) (1271 — 1303), *Emmanuel ben Jacob, Isak Alchadib,*

*) Diesem *Aben Ezra*, wie ihn die Franzosen nennen, wird in der „Biographie universelle" eine selbstständige Schrift über mathematische Geographie zugeschrieben 35), welche sich noch zu Paris in französischer Uebersetzung befinde. *Steinschneider's* scharfe Kritik hat hier wie so oft die hergebrachte Ansicht vernichtet; er zeigt, dass ein Jude *Hagins* (?) allerdings 1273 zu Mecheln etwas von *Ibn Esra* übersetzt habe, nicht jedoch diese apokryphe Schrift, sondern eine solche astrologischen Inhaltes 36).

**) Wie schwer es nicht selten ist, sich in der schwierigen Namensbezeichnung der älteren Israeliten vollständig zu orientiren, möge die Thatsache lehren, dass selbst ein Kenner ersten Ranges wie *Steinschneider* (a. a. O.) den *Prophatius*, „Professor in Montpellier", und jenen *Jacob* als zwei verschiedene Persönlichkeiten aufführt. In der Einleitung zu seiner neuen Ausgabe der Vorrede, welche jener Gelehrte zu seinem „Allmanach" geschrieben, wird dagegen jetzt von *Steinschneider* 37) be-

Jehuda ibn Verga aus Sevilla (um 1480), *Mordechai Comtino* (1485), *Chajim Vital*, *Josef Parsi*, villeicht der Astronom *R. Josef*, Mitglied der Commission, welche Columbus' Projekt zu prüfen hatte (1480), und der *Johann* von Portugal den Gebrauch eines Astrolabs auf den Meere empfahl, *Leon (Abravanel?)*, Erfinder eines Instruments zur Beobachtung,*) gleichwie *Boned de Lattes*." Hatte die jüdische Gelehrsamkeit in der ersten Zeit wohl fast ausschliesslich aus semitischen Quellen geschöpft, so machte sie sich doch bereits frühzeitig auch altgriechisches und zeitgenössisches Wissen dienstbar.**)

Für die damals übliche Manier, die für einen gewissen Erdort massgebenden geographischen Thatsachen zusammenzustellen, sei ein wohl wenig bekanntes Beispiel angeführt. Zur Zeit des Arabers *Abulfeda* lebte der Jude *Esthori ben Mose ha-Parci*, ein Mann, der unter den damals ortsüblichen Verfolgungen zu einem unsteten Wanderleben sich gezwungen sah, dabei aber doch Zeit genug übrig behielt, um eine treffliche Ortsbeschreibung der palästinensischen Länder abzufassen. Wie exakt er dabei verfuhr, möge nachstehende von *Zunz* 40) wörtlich mitgetheilte Stelle darthun:

„Jerusalem liegt im vierten Klima in der Mitte der bewohnten Erde, unter 32 Grad der Breite, 113 Grad der Länge von Osten oder 67 Grad von Westen aus. Die Mittagshöhe der Sonne beträgt im Aequinoktium 58, am längsten Tage etwas über 82 Grade. Der Bogen der Sonnenbahn ist am längsten Tage 214 Grad, der Tag 14 Stunden und 16 Minuten, die Nacht 9 Stunden und 44 Minuten." Beachtenswerth ist die genaue Bestimmung der Polhöhe, welche vom wahren Werth nur um etwas über 12′ abweicht. Die westliche Länge ist allerdings um 14° zu gross, sobald wir den durch die Westspitze von Afrika gehenden Meridian als Null-Linie betrachten. Immerhin verdient auch der Umstand Berücksichtigung,

merkt: „*Prophatius* noster, qui *Judaeis* nomine hebraico *Jacob ben Machir* e familia *Tibbon* (seu *Tabbon?*) inclaruit, paullo ante annum 1307 sive 1309 diem obiisse videtur."

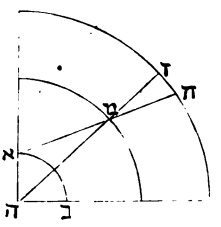
*) Auch *Zunz* 38) berichtet: „Ueber ein von *Juda aben Verga* erfundenes astronomisches Instrument ist eine Handschrift im Vatikan, in Oxford eine Abhandlung des *Jakob Tibbonides*" — doch wohl *Prophatius*? — „über den Quadranten."

**) Aus dem bekannten Buche des *Sacrobosco* zog im Jahre 1399 *Salomo ben Abraham Abigdor* sein Mareh ha-Chanim, dessen ursprünglichen Autograph die Gemeindebibliothek zu Mantua bewahrt 39).

dass ein *Dante* (Abschn. I., S. 13) die Stadt Jerusalem in die Mitte des bewohnten Parallelkreises, ein jüdischer Geograph dagegen an einen wenigstens annähernd richtigeren Ort verlegte.

Eine der weniger einfachen Consequenzen, welche der Mathematiker aus der Kugelgestalt seines Wohnortes ziehen muss, ist die, dass jeder Himmelskörper dem Beobachter nicht an dem Orte erscheint, an welchen ihn ein im Centrum der Erde befindliches Auge verlegen würde, sondern um einen Winkel verschoben, welcher in unserer Sprache der parallaktische heisst. Im Jahre 1310 compilirte der Toledaner *Isaak-ben-Josef-ben-Israel* sein סֵפֶר יְסוֹד עוֹלָם (Buch von der Grundlage des Weltalls), von dem wir seit 1848 eine Berliner Ausgabe besitzen. Diese Schrift stellt nun die Parallaxe des Mondes in vollkommen sachgemässer Weise dar (Fig. 5). ה ist der gemeinsame Mittelpunkt der Erde, der Mondsphäre und der Fixsternkugel, auf welche die Planetenörter projicirt werden. Der Punkt א ist die Stadt Alexandria, מ der Mond; die jeweiligen Verbindungslinien treffen die Himmelskugel in den Punkten ז und ח, so dass also der Winkel חמז = אמה die scheinbare Grösse des Erdhalbmessers am Monde oder dessen Parallaxe darstellt, welche bekanntlich ihren Maximalwerth als Horizontalparallaxe dann gewinnt, wenn die Gerade מא senkrecht auf dem Erdradius steht. — Mit diesen feineren Betrachtungen gaben sich die christlichen Compendienschreiber jener Periode im Allgemeinen noch sehr wenig ab.

Fig. 5.



§ 5. Ein wahrhaftes Repertorium der kosmologischen Anschauungen, welche die ältere Judenschaft — und zwar nicht allein deren mathematisch ausgebildeter Bruchtheil — zu verschiedenen Zeiten hegte, hat uns ein jüdischer Polyhistor des sechzehnten Jahrhunderts aufbehalten. *Asarja ben Mose dei Rossi* aus Mantua*) erscheint als eine jener energischen Vernunftnaturen, welche bei aller wahren Frömmigkeit doch mit der Glaubenserstarrung ihrer Nation zu brechen und einen wissenschaftlichen Fortschritt auch

*) Der eigentliche Beiname *Asarja's* war *min-ha Adomim* 41), von den Rothen, zur rothen Partei gehörig. Die italienische Bezeichnung stellt sich somit als eine einfache Uebersetzung dieses Partei-Epithetons aus dem Hebräischen heraus.

in Sachen der Theologie und Philosophie anzubahnen wagen. Sein Hauptwerk מאור עינים (*Menor Enaijm* oder die Augenleuchte) erschien im Jahre 1573 und 1575 in seiner Vaterstadt; es hat nach *Graetz* 42) „zum Hauptinhalte Parallelen talmudischer und profaner Angaben über dieselben Thema's." Bei dieser vergleichenden Thätigkeit konnte es dem denkenden Manne nicht entgehen, wie häufig letztere Angaben an wissenschaftlichem Werthe diejenigen der Satzungen überwögen,*) und da er den Muth besass, diese seine Ueberzeugung auch auszusprechen, so gelang ihm die Beseitigung mancher eingerosteten Anschauungen. Für uns hat vornämlich der elfte kosmologischen Fragen gewidmete Abschnitt des Augenspiegels Interesse, von welchem nachstehend eine ziemlich vollständige Analyse mitgetheilt werden soll.

Asarja de' Rossi knüpft seine Untersuchungen an die ächt scholastische Frage aus dem *Thamid* an: „Welche Entfernung die grössere sei, diejenige von Ost nach West oder diejenige vom Himmel zur Erde"? Veranlasst ward diese Frage durch den Versuch, eine Concordanz zwischen zwei autoritativen Aussprüchen herzustellen, welchen zufolge der erste Mensch *(Adam)* resp. so gross gewesen sein sollte, als es eine dieser beiden Angaben besagt. Der Kritiker erinnert, dass doch sowohl das Buch *Sohar,* als auch der hierosolymitanische *Talmud* und die *Midrasch* die Erde für kugelförmig gelten lassen; demnach sei doch an sich schon die Distanz Ost — West als Diameter doppelt so gross als der Radius, um welchen die Erde vom Himmel abstehe. In einem seiner Commentare habe allerdings der gelehrte *Misrachi* — Verfasser einer bedeutenden selbst von *Delambre* 43) anerkannten Arithmetik — den Widerspruch dadurch zu lösen gesucht, dass er auch jene erstgenannte Entfernung nur als den vom Centrum nach dem Ost- oder Westpunkt führenden Halbmesser gedeutet habe; allein er glaube umgekehrt annehmen zu müssen, dass in beiden Fällen eigentlich der ganze Himmelsdurchmesser gemeint sei. Bemerkenswerth ist *Asarja's* Motivirung dieser seiner Lesart. Im vierten

*) U. a. vertrat *de'Rossi* auch die für damalige Verhältnisse sehr gewagte Behauptung, „dass die Zählungsweise nach Jahren der Weltschöpfung innerhalb der Judenheit nicht richtig sei, weil sie auf falscher Chronologie im Talmud beruhe." — Mit dem Juden nicht zu verwechseln ist der weit spätere christliche Professor *de'Rossi,* einer der ersten Neueren, die sich mit Ernst dem Studium der rabbinischen Literatur zuwandten.

Abschnitt des *Thamid* heisst es: „Alle bescheint die Sonne"; das bezieht sich auf die Antipoden, indem die Sonne zu gleicher Zeit für die Bewohner entgegengesetzter Hemisphären die Morgen- und Abenddämmerung veranlasst. Vom Ost- zum Westpunkt ist es eben gerade so weit, als vom Zenith zum Nadir. Diese Erklärung meint der Verfasser, wäre nun an sich befriedigend; der dogmatischen Grundlage genüge sie allerdings nicht vollständig, weil man doch annehmen müsse, *Adam* habe sich, bei all' seiner Grösse, doch nur auf Einer Halbkugel wirklich befinden können. Da bleibe eben — hierin veräth sich der Rationalist — nur übrig anzunehmen, jene älteren Rabbinen hätten von der Kugelgestalt der Erde nichts gewusst, wie ja ähnliche divergirende Meinungen auch bei Profanschriftstellern sich fänden. Solche Meinungen werden skizzirt. Der grosse Philosoph κατ' ἐξοχήν — *Aristoteles* — widerlegt in seinem Buche von den Erdbeben sehr energisch diejenigen, welche die Erde für „breit und flach" halten; die irrigen Theorieen eines *Anaximenes, Leucipp* und *Democrit* erwähnt *Plutarch*. Und wenn derartige Falsa auch bei Rabbinen mit unterliefen, so brauche man ja nicht daran zu glauben; dass es mit deren Autorität in den exakten Wissenschaften nicht weit her sei, das betone bereits *Maimonides* im „Wegweiser".

Nach einer kurzen Abschweifung, welche uns in einem späteren Paragraphen beschäftigen soll, wird dann wieder auf die Controverse — Kugel oder nicht Kugel — eingegangen. *Rabbi Elieser* vergleicht die Welt mit einem Portikus, dessen Nordseite nicht bedeckt ist. Die Lehre des *Lactantius* (Abschn. I. S. 3) kommt auch wieder zu Ehren; ein ehrwürdiger Rabbi verwandelt mit Berufung auf *Koheleth* das Himmelsgewölbe in ein über der Erdplatte ausgespanntes Zelt, und damit die Bewegung der Sonne Erklärung finde, werden Auskünfte ersonnen, die sehr nahe an die geistreiche Idee des *Anonymus* von Ravenna (Abschn. I., S. 5) hinanreichen*). *Elieser*, der geistige Vater dieser Theorie, weiss dieselbe auch durch Berufung auf die mosaische Schöpfungsgeschichte

*) Das Zeltdach ist nämlich undurchsichtig, bei Tage wandelt die Sonne auf der concaven Seite, und da sieht man sie, bei Nacht befindet sie sich ausserhalb und wird folglich nicht gesehen. Interessant müsste es sein, zu wissen, wie sich jene Astronomen mit dem Mondlauf abgefunden haben mögen, da sich doch dieser Himmelskörper häufig mit der Sonne zugleich am Firmamente befindet!

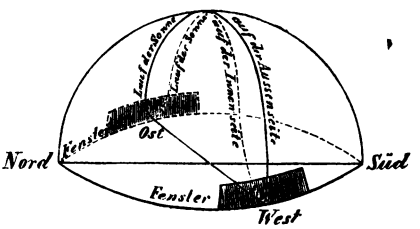
zu erhärten. Die Nordseite des Himmels-Portikus hat Gott jedoch nicht vollendet; durch diese Lücke kann die Sonne wieder eintreten, und zudem ist dadurch ein grosser Vortheil erreicht: Sollte Jemand sich als göttliches Wesen ausgeben, so kann man ihn auffordern, den Bau des Himmelszeltes zu vollenden. — Abgerundet und verfeinert wird *Elieser's* Weltanschauung noch durch die Meister *Salomo* und *Nisim*, welche das Firmament am Ost- und Westrande je durch ein Fenster unterbrochen sein lassen, durch welches die Sterne ihren Aus- und Eingang nehmen können*).

Eine plane Erde setzen auch diejenigen Rabbinen voraus, welche der Sonne allerdings eine stetige Bewegung von Ost nach West zuschreiben, so jedoch, dass sie im Sommer „auf den Höhen der Ausdehnung", im Winter „in den Abhängen der Ausdehnung" sich bewege; dadurch soll es geschehen, dass im Sommer die Oberfläche heiss, die aus dem Inneren kommenden Quellen dagegen kalt sind, während im Winter es sich gerade umgekehrt verhält. Beiläufig bemerkt kehrt diese Lehrmeinung, wie uns Herr *Steinschneider* mittheilt, noch zu Anfang des vierzehnten Jahrhunderts in dem Homiliar des *Josua ben Schoeib* wieder. — Am Schluss dieser ausgedehnten historischen Revue constatirt *Asarja de' Rossi*, dass alle jene Leute von der kreisförmigen Bewegung der Gestirne und von der Kugelgestalt der Erde gar keine Vorstellung gehabt hätten; ihr Gerede — das sagt er freilich nicht ausdrücklich — ist also ein gänzlich werthloses.

Im weiteren Verlaufe dieser Entwickelung zwiespältiger Ansichten kommt unser Autor auf die Hölle zu sprechen. Da sich diese senkrecht unter unseren Füssen befinde, so müsste man, könnte man die Erde mit einem Bohrer durchbohren (Loch des *Dante* und *Maupertuis*), gerade auf den Ausgang der Hölle ge-

*) Fig. 6. stellt diese Anschauung vom Sonnenlaufe übersichtlich dar.

Fig. 6.



langen, welcher als Antipodenpunkt von Jerusalem angesehen wird. Nachdem dann weiterhin der ebenfals bei einigen Talmudikern vorkommenden Lehre, die Sonne versinke des Abends im Weltmeer, als bereits in des *Ovidius* Metamorphosen vorausgenommen gedacht ist, wird zu denjenigen Religionslehrern übergegangen, welche für die Kugelgestalt eingetreten sind. So heisst es im Sohar (vgl. den nächsten Paragraphen), dass alle Länder bewohnt sind, die Einen wohnen unten, die Anderen oben, am Höchsten aber liegt das gelobte Land und speziell dessen Metropole. Auch *Alexander* von Macedonien soll die Wahrheit, dass die Erde wie ein Ball gestaltet sei, erkannt haben, als er sich vornahm, den Himmel zu erklimmen, und deshalb immer weiter und weiter auf der Erde fortging; so deutet anscheinend Rabbi *Jona* des nimmersatten Eroberers Weltreise.

Zum Schlusse endlich verkündet *De' Rossi:* Aller Zweifel an der runden Form des Erdkörpers habe in dem Augenblicke schwinden müssen, als die ersten spanischen Weltumsegler von ihrer Expedition zurückgekommen seien, welche sie ja bis zu unseren Antipoden (?) selbst hingeführt habe. Wir verlassen hiermit den gelehrten Geschichtschreiber, dessen weitere Betrachtungen, soviel Interesse sie auch für die Geschichte der Erdkunde an sich haben*), uns hier zu weit führen würden. —

Wir haben es bei Bearbeitung unseres zweiten Abschnittes für erforderlich gehalten, den Leser nicht nur mit den streng scientifischen Doktrinen bekannt zu machen, welche in den gelehrten Mathematikern und Astronomen des betreffenden Volkes ihre Vertreter finden, sondern ihm auch einen Blick in das Gebiet der Phantasieen und abenteuerlichen Hypothesen zu ermöglichen. Wie

---

*) Derselbe strengt sich nämlich an, die alten Juden von König *Salomo's* Zeit als die ersten Entdecker Amerika's erscheinen zu lassen, welcher Erdtheil somit, wie er meint, seinen Namen „Neue Welt" sehr mit Unrecht führt. — Auf der anderen Seite muss ihm das Verdienst zugestanden werden, die Irrthümer eines *Sacrobosco* — und, wie er anführt, auch der Dichter *Virgil* und *Ovid* — von der Unbewohnbarkeit gewisser Erdgegenden recht gründlich widerlegt zu haben. Unter den tropischen Sternbildern, lehrt er, mildere die grosse Kühle der Nächte die Tageshitze, und andererseits mache sich die Wirkung der Sonne auch an den Polen fühlbar, so dass allerorts Menschen existiren können. Man sieht, dass *de'Rossi* die Reiseberichte der Seefahrer kannte und für seine Zwecke zu verwerthen verstand. — Uebrigens dachten nach *Carus Sterne* 43) über König *Salomo* auch spätere christliche Gelehrte nichts anders.

dort *Kaznîni's* unkritisches, so bot sich uns diessmal *Asarja de' Rossi's* einen höheren Aufklärungszweck verfolgendes Referat dar, und wir hoffen, durch die beidemale gegebenen umfänglichen Auszüge unser Ziel erreicht zu haben.

§ 6. Wir treten nunmehr wie immer bisher in die Vorgeschichte des copernicanischen Weltsystems ein und sehen zunächst zu, ob bereits bei den mittelalterlichen Juden Anklänge an die Rotation der Erde um ihre Axe sich finden. Dass dergleichen in der That vorhanden seien, das wusste man schon längst, und an den verschiedensten Orten kann man gelegentliche Notizen und Andeutungen darüber finden. Aber eine systematische Darstellung des für die Geschichte der Astronomie hochbedeutsamen Gegenstandes mangelte bisher, und so wird es recht eigentlich die Aufgabe dieser Schrift sein müssen, eine solche zu liefern oder doch wenigstens vorzubereiten.

Im dreizehnten Jahrhundert verfasste der spanische Rabbiner *Schemtob ben Josef ibn Phalkera* sein Sepher hammaàloth (liber graduum). *Zunz,* welcher nach eigener Aussage an einer deutschen Ausgabe dieses Werkes arbeitete 44), rühmt dasselbe, weil es „in einem reinen, gedrängten und doch fliessenden Style die verschiedenen Stufen der Menschen, die Ausbildung ihres Verstandes betreffend", entwickele. Dieser Mann steht uns ungefähr ebenso gegenüber wie der Araber *Kutbi,* der die Lehre von der Erddrehung kannte, aber verwarf; es berichtet uns nämlich *Steinschneider* 45) von *Schemtob:* „Die Rotation der Erde wird als Beispiel falscher Vorstellung angeführt".

Die wirkliche Promulgirung der Rotation ist ein unbestreitbarer Ruhmartikel einer jüdischen Religionspartei, welche sich sonst um die Wissenschaft nicht allzu verdient gemacht hat — der Kabbalisten.

Speziell ist es das kabbalistische Hauptwerk, welches uns hier interessirt, das Buch Sohar.*) Diese Encyklopaedie der Kabbalistik ist, wie *Zunz* 46) sich ausdrückt, „deren ältester und glänzendster Repräsentant, übersetzt, citirt und commentirt talmudische Stellen, nennt Vokale, Gutturalen, Taygin, Pesik, Kethibs, Majusculen etc. und entwickelt neuplatonische Begriffe gemengt mit des Orients Magie, Chiromantie, Physiognomik, Geisterbeschwörung, Talismanen, himmlischen Alphabeten und Mysterien." Wann dieser Codex einer

*) Sohar, hebräisch זהר, bedeutet im Deutschen „Glanz."

phantastischen Sekte eigentlich entstanden sei, gilt nicht für vollständig ausgemacht,*) indess weiss man, dass bereits in der ersten Hälfte des vierzehnten Säculums *Recanata* 47) einen Commentar zu demselben abfasste.

Im Sohar nun wird aus einem nicht näher bekannten Werke eines gewissen Rabbi *Hamnuna* des Aelteren ein Passus citirt, der des Historikers höchstes Interesse erregen muss. Wer dieser Mann gewesen, ist nicht völlig aufgeklärt; es scheint sich der Mythus seiner Persönlichkeit in hohem Grade bemächtigt zu haben, wie wohl schon daraus erhellt, dass nach *Sepp* zwei Orte, die bekannte Stadt Tiberias und Delata in Obergalilaea, seine Grabstätte in ihren Mauern zu besitzen sich rühmen. In jener Gegend nämlich, in der als Centrum kabbalistischer Strebungen damals weithin berühmten Stadt Safet, liess sich vor dreihundert Jahren der Mystiker *Isaak Lurja* (1534 — 1572) nieder 48), und da er, wie uns *Sepp* mittheilt, die Lokaltraditionen eigenmächtig auffrischte, so hat er die Urgeschichte des Sohar und seines Urhebers in möglichste Verwirrung gebracht. Literarisch weiss man in Uebrigen von *Hamnuna* nichts; nur die Leydener Bibliothek soll ein Gebet von ihm besitzen 49).

Zunz 50) selbst reproducirt die hebräische Textesstelle mit angehängter deutscher Uebertragung; wir geben hier die von Herrn

---

*) Als Autor des Sohar galt bis vor Kurzem Rabbi *Simeon ben Jochai*, heute aber ist es wahrscheinlich geworden, dass der spanische Jude *Mose di Leon*, der zwischen 1280 und 1300 in jener altcastilischen Stadt lebte, der eigentliche Verfasser sei (Privatmittheilung von Prf. Dr. *Sepp* in München); es geht diess aus einer im Buche *Juchasir* niedergelegten Mittheilung seines Coaetanen, des Rabbiners *Isaak* aus Akre, hervor. Gedruckt ward der Sohar erstmalig 1558 — 60 zu Cremona und Mantua, doch existiren, z. B. in München, ältere Handschriften. Gerade die uns interessirende Stelle hat vielfach Anfechtungen erlitten. *Jakob Emden* veröffentlichte im Jahre 1768 seine Schrift Mitpachat Sefarin, welche einen grossen Theil des Sohar und speciell jenen Abschnitt als unächt darthun sollte; von dieser Schrift erschien 1873 zu Lemberg eine zweite Edition, ausgestattet mit Randnoten des kurz vorher verschiedenen berühmten Hebräisten *Rapoport*, der gleichfalls die Soharstelle als untergeschoben betrachtet wissen will — aus Gründen freilich, die wir als sehr mangelhaft erkennen werden. Andererseits ist *Moses Konitzer* von Pesth zu Gunsten der Zusammengehörigkeit eingetreten, und, was für uns das Wichtigste ist, auch *Moritz Steinschneider* hat sich uns gegenüber in letzterem Sinne vernehmen lassen.

Prof. *Wackerbarth* in Uppsala uns freundlichst übermittelte Version wieder, weil dieselbe einen grösseren Theil der Originalstelle umfasst (Amsterdamer Sohar-Ausgabe von 1728, 3. Band, fd. 10, a): „Obiges wird deutlicher im Buche Rabbi *Hamnuna's* des Aelteren erklärt, dass nämlich die Erde wie eine Kugel im Kreise sich um sich selber dreht, und dass die Einen oben, die Anderen unten sind. All' diese Menschen sind unter dem Einfluss verschiedener Klimate (verschiedener Luft) verschieden gestaltet, stehen aber alle aufrecht. So giebt es Orte auf der Erde, wo die Einen Licht und Tag haben, während für die Anderen Finsterniss und Nacht besteht, ja es giebt einen Platz, wo immer Tag und nur für eine kurze Frist Nacht ist.“ *) Weiterhin heisst es, dass auch die Bücher der Alten und insbesondere das Buch *Adam's*, des ersten Menschen, mit dieser Erklärung einverstanden sind, und dass nach *Imre Binah's* Meinung diess Mysterium ausschliesslich den Kabbala-Kundigen, nicht aber den eigentlichen Astronomen verkündet worden sei, welch' letztere im Gegentheil in der Erde nur eine begrenzte Ebene sähen. **)

Der Zusammenhang, in welchem diese Einschaltung über die Axendrehung der Erde erscheint, wird sofort erhellen, wenn wir

---

*) Wir setzen nachstehend auch den Text des Originales her:

וכבפרא זרב חמונא פריש יתיר זהא בל ישובא
מתגלגלא בעיבולא בכדור אילין לתחתא ואילין לעילא
ונל אינון בריין משניין בחזווייהו משינויא זאוירא
כפוב כל אתר ואתר וקיימין בקיימייהו כשאר. בני
נשא וצל דא אית אתר בישובא בדנהיר לאילין
חשיך לאילין לאילין יממא ולאילין ימא ולאילין
ליליא ואית אתח דבלהו יממא ולא אשתבחו ביה
ליליא ברבשעתא זעירא וחאי דאבז בספרו קדטאי
ובכפרא דאדם הראשון חבי הוא . . . . . .
ורזא דא אתמסר למאריהון דחבמתא ולא למפלני תחומין
דבנין איהו רזא עמיקא דתוריתא.

**) Was unter diesem Buche *Adam's* zu verstehen sei, ist nicht recht klar, insofern der Sohar mehrmals eines Buches Rasiel Erwähnung thut, welches der Engel gleichen Namens dem ersten Menschen verliehen habe. „Jünger als die Hechaloth,“ sagt *Zunz* 51), „ist das Buch Rasiel, welches fast nichts als eigene Einfälle, die dem Engel Rasiel untergeschoben werden, liefert, und die ganze himmlische Oekonomie beschreibt.“ Uebrigens enthält diese Sammlung abstruser Phantasieen (gedruckt 1701 zu Amsterdam) keine Andeutung betreffs der bewegten Erde, ja es scheint sogar deren wahre Gestalt nicht zu kennen.

auf eine im vorigen Paragraphen mitgetheilte Notiz *Asarja de' Rossi's* hinweisen. Es handelt sich in dem Vajikra betitelten Abschnitte des Sohar um die Opfer, und bei dieser Gelegenheit wird der geographische Exkurs eingeschoben, welchen wir oben bereits kennen lernten, und in welchem der Stadt Jerusalem die höchste Lage auf der Erde zugeschrieben wird. Diese Behauptung ist es nun, welche den Autor als Gegenstück *Hamnuna's* Ansicht anführen lässt, der zufolge es kein Oben und Unten, sondern nur eine relative Höhe giebt, um so mehr, da die Erdkugel sich dreht und so jeder Ort im Laufe eines Tages gegen jede Richtung einmal geneigt erscheint. So kurz die in Rede stehende Stelle auch ist, so lässt sich doch mit Bestimmtheit aus ihr entnehmen, was der alte Rabbiner eigentlich sagen wollte.*)

Wenn wir uns jetzt nach genommener Einsicht der Continuitätsverhältnisse fragen, ob die berühmte Soharstelle wirklich eine Fälschung sei, so werden wir nicht umhin können, auf diese Frage mit Nein zu antworten.

Die linguistischen Gründe, welche für eine solche möglicherweise sprechen könnten, liegen selbstverständlich ausserhalb unserer Competenz, aber das darf behauptet werden, dass die Meinung *Rapoport's* irrig sei, der, der jene Worte niederschrieb, müsse von *Columbus* und *Copernicus* gewusst haben. Wir überzeugten uns im vorigen Abschnitt; dass den Arabern (z. B. *Katibi*) die Lehre von der Erddrehung als eine pythagoraeische bekannt, wenn auch durchaus nicht sympathisch war. Wie leicht konnte *Hamnuna*, der ja im Orient gelebt zu haben scheint, von den angeblichen Velleitäten des *Pythagoras* Kunde erhalten, über dieselben weiter nachgedacht und dieselben schliesslich in sein mystisches System verwebt haben?**) Und ist anzunehmen, dass der vermuthete Fälscher

*) Mussten wir es bereits bei *Adam Bremensis* (Abschn. I., S. 8) rühmend hervorheben, dass derselbe die Phänomene der sogenannten schiefen Sphäre auch in höheren Breiten richtig aufzufassen verstand, so nimmt uns bei *Hamnuna* noch weit mehr die correkte Beschreibung Wunder, welche von ihm für die Sphäre recta, d. h. für die Erscheinungen wie sie einem Auge am Pole sich darstellen würden, entworfen wird. Nach *Steinschneider* 52) findet sich Aehnliches auch bei *Gabirol*.

**) In jüdischen Gelehrtenkreisen des sechzehnten Jahrhunderts wusste man von *Pythagoras'* sagenhafter astronomischer Theorie. Der Prager Mathematiker *David Gans* (gest. 1623) erkannte 53) das copernicanische Weltsystem nicht als selbstständig an, sondern betrachtete es als

blos die Axendrehung, nicht aber überhaupt die Bewegung der Erde im Weltraume für seinen unsauberen Zweck verwendet haben soll? — Kurz, nicht als betrügerischen Nachtrag denken wir uns den Auszug, welchen der Sohar aus *Hamnuna's* leider unbekanntem Werke bringt, wohl aber als eine divinatorische Anticipation des Richtigen, als einen Anklang an *Copernicus.**)

§ 7. Dieser siebente und letzte Paragraph führt uns zur Theorie der Planetenbewegung. Auf diesem Gebiete bethätigten die mittelalterlichen Juden im Wesentlichen einen conservativen Sinn; so radikale Anläufe zur Revolutionirung des allgemein gültigen ptolemaeischen Weltschema's, wie sie uns früher bei den Arabern *Bitrogi, Ibn Badja* u. a. entgegentraten, lagen ausserhalb der ihnen angewiesenen Sphäre. Schon ehe sie mit den griechischen Originalen und den arabischen Imitationen in intimere Berührung hatten kommen können, begannen israelitische Astronomen, dem verschlungenen Lauf der Wandelsterne ein System empirischer Regeln abzugewinnen, welche den Anforderungen des Cultus (vgl. § 1) zu genügen vermochten. „Vermöge einer Tradition, die ich von meinen Vorfahren habe", sagt nach der Angabe von *Hurwitz* Rabbi *Gamaliel* im Traktat *Rosch Haschana,* „ist der Gang des Mondes bald lang-

---

identisch mit dem pythagoräischen (er selbst bekannte sich 54) zu demjenigen *Tycho's*, welch' letzterem er persönlich nahe stand); so gut wie *Gans* kannten aber auch recht wohl ältere Juden aus griechischen und arabischen Quellen ihre Kenntnisse gezogen haben.

*) Unter dem Titel „Revenants: *Copernicus* im Sohar" hat *Steinschneider* einen kleinen Artikel über die Literargeschichte unserer Frage geschrieben, dem Folgendes entnommen ist 55): „Diesmal wird in Iewish Chronicle N. 268 S. 2 eine alte Geschichte vom copernicanischen System im Sohar in Folge einer Anfrage wieder aufgewärmt, worüber 5 Schriftsteller seit 1809 genannt sind in Iewish Literature" — einer englischen Neubearbeitung des von uns so vielfach citirten Artikels — „S. 357 A. 52; aber schon *Asarja de Rossi* (cap. 11 f. 57 b) ging ihnen allen voran und (wie mir *Zunz* bemerkte) *Salomo Levi* in לב אבות 1565 Bl. 59 b." Die Namen jener Autoren, die die vom astronomisch-historischen Standpunkt eben noch gar wenig gewürdigte Bemerkung zum Gegenstande ihrer Untersuchung machten, hat der Leser zum grössten Theile bereits erfahren; von Neueren ist uns noch *Schleiden* bekannt, dessen bezügliche Aeusserung diese ist 56): „Aus dem 12. Jahrhundert brauche ich nur das schon besprochene Buch „Sohar" hervorzuheben; dasselbe lehrt die Umdrehung der Erde um ihre Axe und die Ursache von Tag und Nacht lange vor *Copernicus.*"

samer, bald geschwinder"; der genannte Schriftsteller rühmt es auch jenen ältesten Beobachtern als eine höchst anerkenneswerthe Leistung nach, dass sie die Dauer des siderischen Mondmonates mit grösster Genauigkeit fixirt hätten.*) Auf theoretische Interpretation der richtig wahrgenommenen Fakta scheint man sich aber in jener frühen Zeit nicht eingelassen zu haben, und als man dann mit dem immerhin meisterlich angelegten Systeme der Alexandriner bekannt ward, schloss man sich nicht ohne Grund demselben energisch an. Einige schwächere Abweichungen von der kosmologischen Tradition des *Ptolemaeus* sollen an diesem Orte bezeichnet werden.

Im Allgemeinen galt den Juden die indisch-altchristliche Ansicht von den die Gestirne beseelenden Intelligenzen als Norm ihrer Anschauungen, doch war der Begriff ein reinerer geworden, als vordem, und hatte sich in den einer allerdings nur unklar gefühlten Naturkraft verwandelt. Von dem alexandrinischen Juden *Jussuf ben Isaak* verwahrt die vatikanische Bibliothek 57) eine „epistola de intelligentiis moventibus"; umfassend dargestellt ward diese wie so manche andere Theorie von *Maimonides.***) Bei ihm erscheint 59) die Bewegung jeder Sternsphaere als ein Bestreben, sich der von ihr erkannten Gottheit zu nähern, es giebt also zehn „getrennte

*) Die hier angezogene Abhandlung von *Hurwitz* ist wohl den wenigsten Geschichtsforschern bekannt; sie erschien im Jahrgang 1809 der Zeitschrift Meassef (der Sammler), welche von den geistreichen jüdischen Kreisen Berlins (*Mendelssohn* etc.) inspirirt ward und hebräisch wie deutsch geschriebene Aufsätze brachte. Das uns vorliegende Exemplar, welches selbst in umfassenden Bibliotheken vergeblich gesucht ward, danken wir der zuvorkommenden Freundlichkeit des Herrn Banquier *Merzbacher* zu München, doch enthält dasselbe leider nicht mehr die Erörterung der Soharstelle. Der obige Passus findet sich S. 15 ff.

**) Die bequeme Intelligenzenlehre überlebte das Mittelalter und fand bei All' denen Beifall, die von der strengen geometrischen Deduktionsform der *Peurbach* und *Regiomontan* sich abgestossen fühlten. Noch im Jahre 1540 beförderte der bekannte Astrolog *Lucas Gauricus* ein älteres lateinisches Gedicht neu durchgesehen zum Drucke, und *Melanchthon* hielt es nicht unter seiner Würde, demselben einen Anhang poetisch-astronomischen Inhaltes beizugeben. In diesem Opus nun, welches freilich auch den Lehrsatz, dass es Antipoden gäbe, nicht ohne ein „si credere dignum est" durchschlüpfen lässt, heisst es u. a. 58):

„Ergo Dei jussu famulantur sidera, et omne
Quod coelo, terris, animae, ventoque, marique
Spiritibus certis agitatur, et ordine vivit."

Intelligenzen"*), deren neun die Umdrehung der betreffenden Kugeln vermitteln, während die letzte, ganz so wie es bei *Avicenna* geschieht, als „aktiver Intellekt" gewissermassen in Reserve bleibt 61).

Abweichend von den griechischen Vorlagen ist bei einigen Hebräern deren Auffassung von der Bewegung des Fixsternhimmels. Wir bemerkten oben, als wir uns mit *Asarja de' Rossi* beschäftigten, dass wir einen Exkurs desselben auf Sternbewegung an späterer Stelle wieder aufnehmen würden. Wir meinten seinen Hinweis auf die von einzelnen Rabbinen gehegte und von *Maimonides* widerlegte Behauptung, nicht die Sphären selbst seien das Bewegte, sondern dieselben stünden fest und die Gestirne liefen an ihnen entlang. Diese an sich nicht eben unvernünftige Deutung ist in Wirklichkeit nichts anderes als eine Wiederbelebung der pythagoraeischen Sphärenmusik. „Cest une des opinions anciennes répandues chez les philosophes et la généralité des hommes", sagt *Maimonides*, 62) „que le mouvement des sphères célestes fait un grand bruit fort effrayant." Dagegen habe aber bereits *Aristoteles* Widerspruch erhoben, und ihm müsse man in dieser Frage die bessere Kenntniss zutrauen, zudem finde sich die angefochtene Lehre nur bei einigen alten Doktoren.**) Hierunter versteht *Maimonides* die Autoren des babylonischen Talmuds, wo die strittigen Ansichten folgendermassen einander gegenübergestellt werden: „Die Weisen

*) *Munk* 60) bemerkt hierüber: „D'après cela, il n'y aurait en tout que neuf Intelligences séparées, dont la dernière, comme dans le théorie d'Ibn-Sinâ, est l'intellect actif." Erwähnung verdient die energische Zurückweisung der aristotelischen Postulirung von fünfzig verschiedenen Intelligenzen, von Seite *Moses ben Maimon's* (a. a. O.) Es hängt diess mit jener Verballhornung zusammen, welche der Stagirit der schönen eudoxischen Sphärentheorie hat angedeihen lassen, insofern er die Anzahl der Bewegungsträger bis in's Unübersehbare vermehrt. Er bedachte nach *Maimonides* nicht, „que l'inclinaison d'une seule sphère faisait naître plusieurs mouvements visibles," demzufolge lässt sich die Anzahl der Bewegungsgeister verringern.

**) Es war diess in gewissem Sinne eine Verbesserung der alten Harmonielehre. Denn jene gab keinen eigentlich akustischen Grund an, der die genau nach den Distanzen abgestimmten Töne hervorrufen sollte, die Rabbinen aber machen dafür die Reibung verantwortlich, welche bei'm Durchlauf der Gestirne durch zwei concentrische Kugelschalen nothwendig erzeugt werden muss. Je grösser der Radius einer Planetensphäre, um so schneller ist auch ihre Rotation, um so höher also auch der entsprechende Ton.

Israels lehren, dass die Sphäre feststeht und die Sterne kreisen, wogegen die heidnischen Forscher die Sterne fest und die Sphären sich bewegen lassen." *) *Aristoteles'* Autorität hatte damals schon längst zu festen Fuss gefasst, als dass die von den jüdischen Philosophen aus verschollenen Talmud-Handschriften gezogenen und von ihnen selbst nicht anerkannten Aussprüche jene zu erschüttern im Stande gewesen wären.

Die astronomischen Fachmänner unter den Juden nahmen die Theorik des Almagestes mit seinen Excentern und Epicyklen bereitwillig an und begründeten darauf ihre Tafeln. Von dem einzigen *Maimonides* wiederum ist es bekannt, dass er principiell mit den Hypothesen, wie sie durch *Hipparch* und *Apollonius* in die Sternkunde eingeführt worden waren, nicht einverstanden war. Die Bewunderung jedoch, welche er andererseits der geometrischen Eleganz jener Systematik und den durch sie erzielten praktischen Resultaten zu zollen sich genöthigt sah, liess seine physikalischen Ueberzeugungen nicht zum vollen Durchbruch gelangen, und so construirte er sich denn eine Art „doppelter Buchhaltung" in astronomischen Fragen, welche uns sonderbar anzumuthen wohl geeignet ist.

Aus dem 24. Kapitel des zweiten Theiles vom „Wegweiser" brachten wir bereits im vorigen Abschnitt Auszüge, um die von *Maimonides* allein uns aufbehaltene von *Ptolemaeus* abweichende Planetentheorie des Spaniers *Ibn Badja* kennen zu lernen. Hier soll es natürlich um des Ersteren eigene Gedanken sich handeln. Wir sahen damals, dass er dem Araber den Vorhalt macht, mit seiner Verwerfung der Beikreise habe er philosophischen Vortheil nicht errungen, denn die Umdrehung um den leeren Mittelpunkt eines excentrischen Kreises sei eben so unbegreiflich. Stolz fügt er diesem Einwurf die Worte bei 65): „Est ceci est une observation

*) *Munk* 63) berichtet, dass auch andere Autoren, wie *Isaak Arema* und jener obgenannte *David Gans*, die betreffende Talmudstelle reproducirt hätten. Letzterer habe sich über dieselbe einmal gelegenheitlich gegen seinen hohen Freund *Tycho* ausgesprochen, und dieser habe ihm geantwortet, jene alten Herren hätten ganz Recht gehabt und sehr mit Unrecht habe man ihre Ansicht in Vergessenheit gerathen lassen. Es ist bekannt, dass *Tycho Brahe* hie und da solche poetische Anwandlungen hatte; „der wenig phantasievolle *Rothmann*", wie sich *A. v. Humboldt* treffend ausdrückt 64), sah sich genöthigt, ihm gegenüber den exakten Standpunkt zu wahren.

qui m'appartient." Dann führt er die ptolemaeische Häufung von Einzelkreisen in's Detail aus. Der Punkt sagt er, um welchen der Planet Mars sich drehen soll, liegt ausserhalb der Merkurspháre aber noch innerhalb der Venussphäre, und der wahre Mittelpunkt des für Saturn verordneten Excenters fällt zwischen Mars und Jupiter hinein: „Vois, par conséquent, combien toutes ces choses s'éloignent de la spéculation physique." 66)*) Allein das Alles ist noch leichter verständlich als die folgende Thatsache. Wenn, wie man doch annehmen muss, alle homocentrischen Sphären, wie solide Gewölbe die eine die andere umschliessen, so lässt sich zwar sehr wohl denken, dass eine Sphäre um die gemeinschaftlich Axe rotirt, ohne andere irgendwie zu beeinträchtigen; soll sie jedoch um irgend eine andere Axe sich bewegen, so ist nicht abzusehen, wie sie nicht die unter ihr gelegene Sphäre bei dieser Bewegung mit fortreissen soll.

In dieser Weise spinnt sich die eingehende, wenn auch nicht vorurtheilsfreie Kritik der ptolemaeischen Hypothesen noch eine Weile fort. Am Schlusse seiner Betrachtung angelangt erkennt er die Unmöglichkeit, sich mit einem so complicirten System philosophisch zu befreunden; „Regarde, par conséquent," redet er 67) seinen Schüler an, „combien tout cela est obscur; si ce qu' Aristote dit dans la science physique est la vérité, il n'y a ni épicycle ni excentrique, et tout tourne autour du centre de la terre." Allein andererseits genügt diese naturwahre Theorie durchaus nicht, um nur die gewöhnlichsten Erscheinungen, wie Finsternisse, rechnerisch zu behandeln, und wie soll man sich ohne Epicykel erst eine Vorstellung von der rückläufigen Bewegung der Planeten verschaffen? Wehmüthig bricht er zuletzt in die an *Faust* erinnernden Worte (a. a. O.) aus: „Et c'est là une perplexité reelle."

So bildete sich denn bei ihm jenes oben von uns gekennzeichnete Doppelsystem aus. Als Philosophen befriedigte ihn ausschliesslich die von *Eudoxus* herrührende homocentrische Theorie; hätte er dieselbe in ihrer Urgestalt kennen gelernt, sie würde ihm wohl auch in ihrer astronomischen Beziehung Genüge geleistet haben. Allein er kannte sie lediglich aus der schlechten Redaktion des *Aristoteles*, welche wiederum (s. o.) seinem Princip von der Zehnzahl der Intelligenzen zuwiderlief, und so verwies ihn sein wissen-

*) Der wahre Grund, warum *Maimonides* diese mathematisch zulässigen Annahmen so gar absurd fand, wird erst später völlig klar werden.

schaftliches Gewissen wieder mit Notwendigkeit auf *Ptolemaeus*. In der Praxis hielt er bei diesem stehen, aber trotzdem verdient er in der Geschichte der Astronomie einen Ehrenplatz unter denjenigen, die sich gegen die Epicykellehre erklärten und somit als mutvolle Vorkämpfer der kopernikanischen Weltanschauung angesehen zu werden berechtigt sind. —

Abraham ben Chija, aus dessen Lehrbuch wir die übliche Behandlungsweise kennen lernten, deren sich die Juden in der Exposition der mathematisch-geographischen Grundwahrheiten bedienten, überliefert uns an anderem Orte noch eine weitere Bemerkung, welche uns der Erwähnung wert scheint. In dem „Über sphaeram figuram" betitelten Kapitel seines Werkes sagt er für uns diesen Gedanken: „Si investigaverit intendens earum a medio, scientiam quidem earum qui scitum est circulorum et motum circularem super firmamentum. et est quidem Ptolemaei, et scietur eorum. invenies eas in nona sphaera quae proprius est polis mundi. et movet circulariter super circulis parallelis seu aequidistantibus in una revolutione earum super eadem latitudine a medio. Et latitudo stellae fixae, quae movetur circulariter super eos circulorum earum, latitudo omnium eorum eiusdem circuli est una eadem, neque decrescit, neque decrescit. quemadmodum circulus non crescit, neque decrescit. Sed si fuerit una quarumlibet, cuius sunt homines qui sunt ex una parte, et non scitum est circularem revolutionem per totum firmamentum sicut est quidem Indorum, et totius scientiae earum. Invenies latitudinem earum a zodiaco existere super eadem quantitate in propinquitatem." Weiter heißt es dann, wie man sich auch die Bewegung der Fixsterne vorstellen möge, darin können alle vorliegenden Meinungen übereinkommen, dass die Entfernung der Sterne von der Ekliptik invariabel sei. — Wir waren ursprünglich geneigt, diese Äußerung auf die nach-

[1] Sehr unterscheidend sind die Worte Hunains, da, wo er von den äquinoktialen Verschiebungen einzelner Gestirne spricht 64): „Et nonnulli ex eorum numero, sicut Ptolemaeus et Maimonides memorant, qui semper ad hos [Gestirne] in Indien ex puncto quodam [Äquinoktialpunkt] respiciunt, non [Gestirne] in Indien, sondern [Äquinoktialpunkte] in Indien, und zwar

weislich indische Trepidationslehre zu beziehen, allein diese ändert eben gerade die astronomischen Breiten ab, und so bleibt wohl nur übrig, in *Abraham's* Worten einen letzten schwachen Nachhall jener Lehre von der Erdbewegung zu erblicken, welche dereinst der Inder *Aryabhatta* geschaffen hatte.

Alles zusammengenommen erkennen wir, dass origineller Sinn dem jüdischen Mittelalter keineswegs fremd war, dass aber gleichwohl fundamentale Reformgedanken nicht in den Werken der Zunftgelehrten, sondern ausserhalb derselben zu suchen sind. Zusammengenommen mit den Aufschlüssen des zweiten und dritten Abschnittes liegt, so hoffen wir, nunmehr dem Auge des Lesers ein vollständiges Bild dessen vor, was auf dem Grundgebiete der mathematischen Erdkunde von Seite der drei mittelalterlichen Culturnationen, der christlichen Abendländer, der Araber und Juden geleistet worden ist, und damit dürften wir denn die Aufgabe dieser Schrift als erreicht ansehen.

---

1) *Günther*, Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften, Leipzig, 1876. S. 291. ff.

2) *Schacht*, Lehrbuch der Geographie alter und neuer Zeit. Mainz 1855. S. 237.

3) *Zunz*, Gesammelte Schriften, 1. Band, Berlin 1875. S. 151.

4) Id. 3. Band, Berlin 1876. S. 242. ff.

5) Ibid, S. 248.

6) *Steinschneider*, jüdische Literatur, *Ersch* und *Gruber's* Encyklop. II. 27. Theil, Leipzig 1850. S. 439.*)

7) *Zunz*, 1. Band, S. 161.

8) Ibid. S. 437.

9) Id., zur Geschichte und Literatur, Berlin 1845. S. 483.

10) *Steinschneider, Abraham Judaeus-Savosarda* und *Ibn Esra*. Zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften im 12. Jahrhundert, Zeitschrift f. Math. u. Phys. 12. Jahrg. S. 10. ff.

*) Künftig: *Steinschneider*.

11) Sphaera mundi, describens figuram terrae dispositionemque orbium coelestium et motus stellarum, autore Rabi *Abraham* Hispano filio *R. Haijae. Sebast. Munsterus,* Basileae 1546.*)

12) *Delambre,* Histoire de l'Astronomie du moyen age, Paris 1819. S. 212.

13) Tychonis Brahei et ad eum doctorum virorum Epistolae nunc primum collatae et editae, a *F. R. Friis,* Hauniae, Lipsiae, Londini, Parisiis 1876. S. 13. S. 16.

14) Sphaera mundi autore *Abrahamo* filio *Chai,* natione Hispano, miro ingenio Hebraicè conscriptum, et ab *Oswaldo Schreckenfuchsio* ex vetustissimo exemplari latinè facta, Basileae 1546.**)

15) *Steinschneider,* S. 435.

16) Id., *Abraham* Judaeus etc. S. 10.

17) *Schreckenfuchs,* S. 8.

18) *Münster,* S. 6.

20) *Hammer-Purgstall,* Geschichte der arabischen Literatur bis zum Ende des zwölften Jahrhunderts der Hidschraet, 4. Band, Wien 1853. S. 335. — *Wüstenfeld,* Geschichte der arabischen Aerzte und Naturforscher, Göttingen 1840. S. 20.

20) *Schreckenfuchs,* S. 13. ff.

21) Ibid. S. 15.

22) Ibid. S. 29.

23) Ibid. S. 32.

24) *Münster,* S. 186.

25) Ibid. S. 188.

26) *Wackerbarth,* Views of the Ancient Rabbins relative to the Dimensions of the Earth, Monthly Notices of the Royal Astronom. Society, Vol. XXXIII. S. 671.

27) *Steinschneider,* S. 439.

28) *Delambre,* S. 198.

29) *Munk,* Le guide des égarés. Traité de théologie et de philosophie par *Moïse ben Maimoun,* Tome I., Paris 1856. S. 354.***)

30) Ibid. S. 356.

31) *Steinschneider,* S. 398.

32) Ibid. S. 439.

---

*) Künftig: *Münster.*

**) Künftig: *Schreckenfuchs.*

***) Künftig: *Munk.*

33) *Günther,* Ziele und Resultate der neueren mathematisch-historischen Forschung, Erlangen 1876. S. 118.

34) *Steinschneider,* S. 439.

35) Bibliothèque Universelle, Tome I., Paris 1843. S. 64.

36) *Steinschneider, Donnolo,* Pharmakologische Fragmente aus dem 10. Jahrhundert, nebst Beiträgen zur Literatur der Salernitaner, hauptsächlich nach handschriftlichen Quellen, (*Virchow's*) Archiv für pathologische Anatomie, und Physiologie und für klinische Medicin, 40. Band, S. 106.

37) Prophatii Judaei Montepessulani Massiliensis (a. 1300) prooemium in almanach adhuc ineditum e versionibus duabus antiquis una cum textu hebraico e manuscriptis primum edidit, suamque versionem latinam verbalem adjecit *Mauritius Steinschneider,* Bullett. di bibliogr. e di storia delle scienze mat. e fis., Tomo IX. S. 595.

38) *Zunz,* 1. Band, S. 15. ff.

39) Hebräische Bibliographie 1860. S. 17.

40) *Zunz,* 1. Band, S. 269.

41) *Graetz,* Geschichte der Juden von der Verbannung der Juden aus Spanien und Portugal bis zur dauernden Ansiedelung der Marranen in Holland (1618), Leipzig 1866. S. 432.

42) Ibid. S. 434.

43) *C. Sterne,* Schöpfungsgeschichte und Chronologie vor zweihundert Jahren, Kosmos, 1. Jahrg. S. 44.

44) *Zunz,* 1. Band, S. 29.

45) *Steinschneider,* S. 439.

46) *Zunz,* 3. Band, S. 81.

47) Ibid. S. 106.

48) *Graetz,* S. 437. ff.

49) *Zunz,* 1. Band, S. 14.

50) Ibid. S. 12.

51) *Zunz,* die gottesdienstlichen Vorträge der Juden, historisch entwickelt, Berlin 1832. S. 167.

52) *Steinschneider,* S. 439.

53) Ibid. S. 466.

54) *Steinschneider, Copernicus,* Zeitschrift f. Math. u. Phys. 16. Jahrgang. S. 252. ff.

55) Hebräische Bibliographie 1860. S. 17.

56) *Schleiden,* die Bedeutung der Juden für Erhaltung und

Wiederbelebung der Wissenschaften im Mittelalter, *Westermann's* Monatshefte 1876. S. 164.

57) *Zunz*, 3. Band, S. 153.

58) Laurentii Bonincontri Miniatensis Rerum naturalium et divinarum, sive de Rebus Coelestibus, Libri tres, ad *Ferdinandum Aragonum*, Inclytum Siciliae Regem. *Ab L. Gaurico* Neapolitano Protonotario recogniti inque lucem editi, Basileae 1540. S. 73.

59) *Munk*, Tome II. S. 54.

60) Ibid. S. 58.

61) Ibid. S. 57.

62) Ibid. S. 77.

63) Ibid. S. 79.

64) *A. v. Humboldt*, Kosmos, 3. Theil, Stuttgart und Tübingen 1859. S. 144.

65) *Munk*, Tome II. S. 186.

66) Ibid. S. 188 ff.

67) Ibid. S. 192.

68) Ibid. S. 184.

69) *Schreckenfuchs*, S. 103.

Namen-Index.*)

Abdal-Rahman (el Sufi) 77.
Abenragel 86.
Abraham ben Chija 77. 95. 96. 98. 99. 101. 120. 121.
Abulfeda 67. 69. 115.
Abul Hassan Ali 62. 65.
Abul Wafa 81.
Adam (von Bremen) 114.
Adda (Rabbi) 94.
Ahmed 74.
Albategnius 81.
Albiruni 57. 65.
Albumasar (Abu Mansur) 64. 98.
Alexander (von Macedonien) 110.
Alfraganus (Al Fergani) 60. 61. 65. 72. 98. 99. 101.
Ali Kusghius 102.
Alkabitius 86.
Al Mamun 57. 58. 59. 69.
Al Mansur 57.
Alpetragius (Bitrogi) 78. 79. 80. 81. 82. 115.
Alphons (von Castilien) 67. 77. 85. 87.
Anaximenes 108.
Apollonius (von Perga) 118.
Arbuthnot 102.
Aristoteles 76. 84. 85. 108. 117. 118. 119.
Aryabhatta 102.
Arzachel 65. 81. 87. 111.
Asarja de' Rossi 106. 107. 109. 110. 111. 114. 115. 117.
Assaf 96.
Averroes 68. 81. 83.
Avicenna 117.

Bacon (Roger) 72.
Baldi 77. 78. 79. 80. 83.
Beigel 67.
Birnbaum 61.
Boned de Lattes 105.
Brahe (Tyclio) 80. 97. 115. 118.

Carus Sterne 110.
Cassini (Dominic) 61.
Chajim Vital 105.
Clarke 102.
Columbus 70. 105. 114.
Copernicus 81. 88. 111. 114. 115. 120.

Dante (Alighieri) 76. 106. 119.
D'Arrest 60.
Delambre 77. 80. 81. 82. 83. 97. 102. 107.
Demitschki 72. 74.
Demokrit 71. 108.
Diaz (Bartolomeo) 101.
Dieterici 68. 69. 74.
Donolo 95.
Drechsler 67.

*) Dieses Verzeichniss gilt, ebenso wie das frühere, nur für den eigentlichen Text, nicht auch für die literarischen Anmerkungen.

Edrisi 64.
Elieser (Rabbi) 95. 108.
Emanuel ben Jacob 104.
Emden 112.
Eratosthenes 59.
Esthori 105.
Euclid 57.

Faust 119.
Fracastor 80. 81.

Gabirol 96. 114.
Gamaliel (Rabbi) 115.
Gans 114. 115. 118.
Gauricus 116.
Geber (Djâber ibn Aflah) 82. 83.
Ghayat 96.
Giberti 81.
Görres 68.
Graetz 107.

Habesch 76.
Hagen 103.
Hagins 104.
Hammer-Purgstall 63. 98.
Hamnuna (Rabbi) 112. 113. 114. 115.
Hankel 58. 76. 80.
Heraclides Ponticus 74.
Hipparch 76. 118.
Hišâm ben Elhakim 71.
Hocheder 74.
Hulagu-Chan 76.
v. Humboldt (Alexander) 118.
Hurwitz 115. 116.

James 102.
Ibn Abi Oseibia 63.
Ibn Badja 78. 83. 84. 85. 115. 118.
Ibn el Wardi 62. 73.
Ibn Esra (Aben Ezra) 104.
Ibn Hauqual 67.
Ibn Junis 59.
Ibnol Kofthi 93.
Ibn Sahula 96.
Ibn Tofeil 78. 83.
Jehuda ben Verga 105.
Jehuda Hadossi 103.
Joel 78.
Jona (Rabbi) 110.
Jordan 65.
Josef ben Nahmias 81.
Josef Parsi 105.
Josua ben Schoeib 109.
Isaak (von Akre) 112.
Isaak Alchadib 194.
Isaak Arema 118.
Isaak ben Josef 106.
Isaak Lurja 112.
Isstachri 67.
Jussuf ben Isaak 116.

Kalo Kalonymos 80.
Katibi 75. 111. 114.
Kazwîni 69. 70. 72. 73. 111.
Kepler 68. 80. 87.
Konitzer 112.
Kordenbusch 59.
Kosta ben Luca 63. 66.
Kržiž 66.

Lactantius 108.
Leon 105.
Leucipp 108.
Libri 76.

Maedler 60. 67. 77. 80. 86.
Magellhaëns 69.
Martin (Henri) 70.
Massudi 67.
Maupertuis 72. 109.
Maurolycus 79.
Mehren 74. 74.
Melanchthon 116.
Mendelssohn 116.
Merzbacher 116.
Messala 67.
Misrachi 107.
Mohammed ben Musa 59. 72. 77.
Mordechai 105.
Morgott 68.
Moses ben Maimon (Maimonides) 78. 82. 83. 84. 85. 86. 96. 103. 108. 116. 117. 118. 119. 120.

Mose di Leon 112.
Münster 97. 101.
Munk 78. 82. 84. 85. 117. 118. 120.
Musa 72.

Nisim (Rabbi) 109.

Omons 69.
Ovidius 110.

Peschel 59. 60. 61. 62. 64. 65. 67. 68.
Peurbach 77. 116.
Philolaus 74.
Plato 74. 84.
Plutarch 108.
Posidonius 59.
Prophatius (ben Tibbon) 104. 105.
Ptolemaeus 57. 64. 67. 69. 72. 76. 77. 78. 79. 81. 82. 87. 97. 115. 116. 118. 119. 120.
Pythagoras 73. 114. 117.

Rapoport 112. 114.
Rasiel 113.
Razes 63.
Recanata 112.
Regiomontanus 60. 116.
Rico y Sinobas 86.
de Rossi 107.
Rothmann 118.

Sacrobosco 104. 101.
de Sacy (Sylvestre) 96.
Salomo (König) 110.
Salomo (Rabbi) 109.
Salomo Abigdor 115.
Salomo Levi 115.
Samuel (Rabbi) 94. 95.
Samuel Halewi 104.
Sanzio (Roderico) 87.
Scaligor 78.
Schacht 94.
Schemtob (Palquera) 96. 111.
Schier 67.
Schiaparelli 74. 80. 84.
Schleiden 78. 115.
Schreckenfuchs 97.
Schwabe 83.
Sédillot I. 62. 63. 65. 66. 75.
Sédillot II. 81.
Sepp 112.
Simeon ben Jochai 112.
Sonndorfer 65.
Spinoza 78.
Sprenger 75.
Steinschneider 75. 77. 96. 102. 103. 104. 109. 111. 112. 114. 115.
Susemihl 74.

Thabit ben Korra 63. 77.
Theon (Smyrnaeus) 77.
Thomas Aquinas 68.
Tibbon 105.
Timaeus 74.

Ulugh-Beigh 66.

Vasco de Gama 65. 67.
Vergilius 110.
Virgilius 63.

Wackerbarth 102. 113.

Zunz 95. 96. 105. 111. 112. 115.

Berichtigungen.

S. 48. Z. 4. v. o. ist zu lesen: 6. Band, Leipzig 1821 etc. — S. 49. Z. 3, 5, 6 liegt in der Zahlenangabe ein Versehen vor; in der neu ausgegebenen Uebersetzung *Witte's* (in zwei Bänden, Leipzig 1877) ist die betr. Angabe S. 176, 186, 354. 44) ist ganz zu streichen. — S. 50. Z. 12. v. o. statt 2 l. 538. S. 80. Z. 6 v. o. sind die Worte zu streichen: der uns später wieder begegnen wird. — S. 120. Z. 8 v. u. statt Werke l. Worte.

Druck von E. Karras in Halle.

Aeltere und neuere Hypothesen

über die chronische

Versetzung des Erdschwerpunktes

durch Wassermassen

von

Dr. Siegm. Günther,

Kgl. bayr. Gymnasialprofessor, Mitglied der Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher, corr. M. d. kgl. Gesellschaft zu Prag und der Akademie zu Padua.

Halle a/S.

Verlag von Louis Nebert.

1878.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

Vorwort.

Die Gründe, welche bei der Conception und Ausarbeitung dieses dritten Heftes massgebend gewesen sind, haben in dessen erstem Paragraphen eine so ausführliche Darstellung gefunden, dass an dieser Stelle nicht bei ihnen verweilt zu werden braucht. Als rein äusserlicher Umstand möge erwähnt werden, dass es diessmal bei Werken, die in einer grösseren Anzahl von Ausgaben dem Publikum vorliegen, vermieden wurde, bestimmte Editionen und Seitenzahlen zu citiren, dass vielmehr lediglich die allenthalben brauchbare Kapitelbezeichnung dafür eintrat; nur solche Schriften machten eine Ausnahme, welchen längere wortgetreue Citate entnommen werden mussten. Aehnlich wird es auch in der Folge gehalten werden.

Das vierte Heft dieser „Studien" soll im Spätherbst dieses Jahres zur Ausgabe gelangen.

Ansbach, im Januar 1878.

Dr. **S. Günther.**

Aeltere und neuere Hypothesen über die chronische Versetzung des Erdschwerpunktes durch Wassermassen.

§ 1. Als der Verfasser im Laufe dieses Frühjahrs die beiden ersten Abschnitte seiner „Studien" ausarbeitete, sah er sich genöthigt, gelegentlich auch einer gewissen Irrlehre Erwähnung zu thun, welcher zufolge die reine Kugelform unseres Erdkörpers durch örtliche Wasseransammlungen gestört und dessen Oberflächen-Umriss durch zwei ineinandergreifende Kreisbögen von verschiedenen Halbmessern dargestellt sein sollte 1). Der Gegenstand erschien interessant genug, um diesen Anschauungen, auf welche damals nur ganz gelegentlich ein Streiflicht fallen konnte, sowohl nach oben als auch nach unten hin weiter nachzuspüren und zuzusehen, ob sich auch hier, auf diesem enge begrenzten Gebiete, jene gesetzliche Folge der Ideeen herausfinden lasse, deren Feststellung zu den erhabensten und belohnendsten Aufgaben der Geschichtsforschung im Allgemeinen gehört. Die in diesem Sinne angestellten Studien griffen immer weiter in die neue und neueste Zeit herein, und es schien sich allmälig ein abgeschlossener Kreis von Fragen herauszubilden, deren gemeinsames Band eben durch die Titelworte hinreichend angedeutet sein möchte. Immerhin kann es, wenn auch nicht unbedingt nothwendig, so doch nützlich erscheinen, den Sinn der Ueberschrift noch etwas genauer darzulegen und insbesondere die Bedeutung des darin vorkommmenden Wortes „chronisch" in's richtige Licht zu stellen.

Seitdem durch die Wiedererweckung archimedischer Lehren der Begriff des Massenmittelpunktes eines Körpers zu einer klaren Vorstellung sich ausgebildet hat, seitdem man weiss, dass für jedes System irgendwie verbundener materieller Punkte nur ein

einziger Schwerpunkt besteht, seitdem weiss man auch, dass der Fall eines Steines, die Bewegung eines Wasserspiegels durch den Luftzug und dergleichen den Schwerpunkt des Erdkörpers aus seinem vorher eingenommenen Orte herausbewegt und — mit Bezug auf ein unveränderliches Axensystem — dessen Lage im Raume beeinflusst. Allein diese Ortsveränderung ist eine so unmessbar geringe, dass sie kaum den Namen einer solchen verdient, und andererseits ist sie eine blos augenblickliche; die nächste Sekunde würde, woferne nicht anderswo eine ähnliche Gleichgewichtsstörung sich ereignet, den vorigen Zustand wieder herstellen müssen. Von solchen durchaus geringfügigen, nachhaltiger Wirkung entbehrenden Versetzungen wird hier natürlich abgesehen; müsste doch anderenfalls die gesammte Lehre von den Meeresströmungen mit in Betracht gezogen werden. Allein auch energische Beeinträchtigungen, durch welche etwa eine Schwerpunkts-Verschiebung von einigen Meilen herbeigeführt werden könnte, bleiben von dieser geschichtlichen Untersuchung von vorn herein ausgeschlossen. Solche Ereignisse kommen nun freilich seit Menschengedenken nicht vor, allein zur Erklärung geologischer Fakta, periodischer Vereisungen, plötzlicher Klima-Aenderungen u. s. w. haben ältere Geologen gar gerne abrupte Umsetzungen der Erdaxe und ihres Centrums zu Hülfe genommen, welche sie sich durch innere Eruptionen, durch Zusammenstoss mit anderen Himmelskörpern und verwandte übernatürliche Phänomene hervorgebracht dachten. Hiervon zu erzählen bleibe einer dereinstigen Geschichte der Geologie, im Besonderen einer Geschichte geologischer Träume und Wahnvorstellungen, überlassen. Uns können diese wilden Theorieen, deren Entstehen und Vergehen für die physikalische Erdkunde als solche kaum irgendwelches sachliche Interesse besitzt, natürlich nicht weiter beschäftigen, vielmehr berührten wir sie blos, um durch Ausschliessung fremdartigen Stoffes einer völlig befriedigenden Bestimmung unserer eigentlichen Aufgabe immer näher zu kommen. Stellen wir uns die Erde als Kugel, als Rotations- oder als dreiaxiges Ellipsoid oder überhaupt als geometrischen aus ähnlichen und ähnlich liegenden Schichten aufgebauten Drehungskörper vor,*) so hat sie unter allen Umständen Eine

*) In diese Kategorie fällt gewiss auch *G. Bischof's* allen sonstigen Meinungen zuwiderlaufende Hypothese 2). Ja, insofern derselbe den

Axe zum wenigsten, deren Eigenschaft, bei einer Drehung in vollständiger Ruhe zu bleiben, für's Erste zurücktritt. Als Schwerpunkt der ganzen Erde gilt uns — und galt auch bis zu einem gewissen Grade den ungeläuterten Anschauungen des Alterthums — der jene Linie halbirende Punkt. Wenigstens war und ist diess meistentheils der Fall. Stets aber und zu allen Zeiten gab es Männer, welche den grossen über die ganze Oberfläche unseres Planeten vertheilten Quantitäten tropfbarer Flüssigkeit die Kraft zuschrieben, *den wahren Erdschwerpunkt für immer oder doch für länger anhaltende Zeiträume von jenem rein mathematisch definirten Mittelpunkt entfernen zu können:* lediglich dieser Lehre in ihren älteren und neueren Phasen gilt unsere Abhandlung. Und zwar haben wtr es mit den theoretischen Beweggründen zu thun, auf welche die beregte Auffassung sich stützt; ein näheres Eingehen auf deren sonstige Stellung in der Gesammtwissenschaft, auf deren praktische Consequenzen, müsste uns in die brennend gewordenen Tagesfragen der Erdphysik und damit weit von dem eingangs gesteckten geschichtlichen Ziele abführen. Denn bald wird sich herausstellen, dass einer durchaus unwahren und irreleitenden Vorstellung über das Wechselverhältniss der Schwerpunkte fester und flüssiger Massen, die aber mit seltener Standhaftigkeit das ganze Mittelalter bis in die Neuzeit herein beherrscht, mehrere Jahrhunderte später eine äusserlich vielleicht nicht unähnliche, dem Wesen nach aber gründlich verschiedene Doktrin nachfolgt, welche, obschon durchaus nicht zweifellos erhärtet, gleichwohl doch ihre Fundirung oder Widerlegung einzig und allein auf dem Boden echt wissenschaftlicher Behandlung finden kann. Da diese letztere ihren Abschluss nicht nur noch nicht genommen hat, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach in einer ziemlich entfernten Epoche erst zu einem solchen gelangen dürfte, so muss auch unsere Darstellung folgerichtig aus dem Verlaufe eigentlich historischer Entwicklung heraus und in das Gebiet der flüchtig eilenden Tagesgeschichte hinübergreifen, wenn der angestrebte Zweck vollkommen erreicht und dem Leser ein treu der Natur entnommenes Bild von dem vor die Augen gestellt werden soll, was ältere und neuere Gelehrte

Meeresboden als eine dem Meeresspiegel selber concentrische Kugelfläche betrachtet wissen will, spricht er indirekt mit noch weit grösserer Bestimmtheit die Behauptung aus, das zwischen einem Mittelpunkt im geometrischen und im mechanischen Sinne ein Unterschied nicht vorhanden sei.

über eine dauernde durch Wasser bewirkte Umsetzung des Schwerpunktes unserer Erde gedacht und gelehrt haben.

§ 2. Das Verdienst, die Kugelgestalt der Erde erstmalig mit der erforderlichen Schärfe ausgesprochen und zugleich für die arg überraschende Neuerung einige wenn auch noch nicht völlig überzeugende Beweise beigebracht zu haben, kommt unbestritten dem grossen Philosophen von Stagira zu. Immerhin ist es bemerkenswerth, dass einer Lehre, wie der von uns abzuhandelnden, die doch die runde oder mindestens die allseitig abgeschlossene einfach zusammenhängende Oberflächengestalt des Erdkörpers zur unvermeidlichen Voraussetzung zu haben schien, lange vor *Aristoteles* vorgearbeitet worden ist. Lokale Anschwellungen der Erdoberfläche hatte schon der geistreiche Arzt *Hippocrates* als sicher angenommen 3), doch scheint er nicht daran gedacht zu haben, dass auch der wechselnde Stand der Wasserdecke das Gleichgewicht auf der Oberfläche der damaligen Erdscheibe zu stören vermöge. Dieser immerhin originelle Gedanke scheint sich zuerst seinem älteren Zeitgenossen *Herodot* dargeboten zu haben. Indem derselbe in seiner Euterpe die Frage nach der wahren Ursache der alljährlich mit so grosser Regelmässigkeit auftretenden Nilüberschwemmungen erörtert, weist er zunächst 4) drei ihm bekannt gewordene Erklärungsweisen zurück, welche sich beziehungsweise auf das Wehen eines Süd- Nord-Passates, auf den die Erdrunde umfliessenden Okeanos und endlich auf das Schmelzen des Schnee's im inneren Aethiopien beriefen, und tritt dann mit seiner eigenen Deutung der räthselhaften Erscheinung hervor. Im Winter, meint er 5), wird die Sonne durch Stürme aus ihrer wahren Bahn herausgeworfen und hinunter nach Libyen getrieben. Hier muss sie die nämliche Wirkung ausüben, welche ihr bei uns im Sommer eigen ist, d. h. sie zieht eine Menge Wassers an sich, das ihr dann wieder Südwinde entreissen und nach Norden forttragen. Während nun Ströme Europa's im Winter blos der Regengüsse ermangeln, muss der Nil, in dessen Quellengebiet die Sonne ihre attraktive Thätigkeit ausübt, doppelt geschwächt werden, sowie aber diese ihre Anziehung nachlässt, tritt auch erhöhter Einfluss ein. Wir treffen demnach bereits hier auf die später noch oft in gleich unbestimmter Weise zu Tage tretende Vermuthung,*) die Sonne

*) So neigt sich z. B. sogar der geistvolle *Fournier,* dessen Com-

vermöge auf irdische Wassermassen anziehend, aufsaugend zu wirken. *Herodot* wagt es sogar, seine Erfahrungen hypothetisch auf andere Gegenden auszudehnen; würde die Reihenfolge der Jahreszeiten umgekehrt, so „möchte die Sonne wohl am Ister dasselbe wirken, was sie jetzt am Nil thut".

§ 3. Nachdem *Aristoteles*, wie oben bemerkt, die Kugelgestalt der Erde durch eine Gedankenfolge zu begründen versucht hatte, welche nach des geistvollen Begründers der vergleichenden physischen Erdkunde, *Varenius*, richtiger Wahrnehmung 9) allerdings das zu Beweisende bereits zur stillschweigenden Voraussetzung hat 10), begann zuerst *Archimedes* die nämliche Thatsache für die tropfbar flüssige Decke unseres Weltkörpers als nothwendig nachzuweisen. Er zeigte im zweiten Lehrsatz seiner berühmten Schrift über die schwimmenden Körper, welche nur leider erst spät und in schlechter arabischer Uebersetzung auf die Nachwelt kam und so nicht den rechten Nutzen zu stiften vermochte, dass alle Stellen des Meeres von einem bestimmten Punkte gleichweit abstehen müssten, und dass dieser Punkt auch zugleich der Mittelpunkt jener Kugel sei, als welche er die Erde selbstverständlich voraussetzte. Diess und ein anderes rein hydrostatisches Princip waren die einzigen unbewiesenen weil anscheinend von selbst einleuchtenden Axiome, von welchen des *Archimedes* Untersuchung ausgieng: „gleich an der Spitze derselben", sagt *Dühring* 11), „steht die Voraussetzung, dass in einer Flüssigkeit der weniger gedrückte Theil durch den mehr gedrückten in die Höhe getrieben werde, und dass jeder Theil von der senkrecht über ihm befindlichen Flüssigkeit gedrückt werde". So folgte denn aus den archimedischen Sätzen mit zwingender Nothwendigkeit die von einer späteren Zeit unbillig missachtete und erst in unseren Tagen theilweise eingeschränkte Thatsache, dass für alle Orte auf der Erde der Meeresspiegel der gleiche sein, d. h. um gleichviel vom Centrum abstehen müsse.

---

pendium der Hydrographie bekanntermassen so ziemlich die erste wissenschaftliche Verarbeitung aller für den Seemann wichtiger Lehren darstellt, der Ansicht zu, die Wärme der Sonne lasse die Gewässer aus dem Meere aufsteigen, indem zwischen den zunächst emporgetriebenen Dünsten und dem Niveau selber ein leerer Raum entstehe, in den das Wasser vom horror vacui hineingetrieben werde 6). Viel roher noch legen sich subalternere Geister, wie *Vossius* 7) und *Kircher* 8), den Vorgang zurecht.

Zeitgenossen des *Archimedes* scheinen von dieser Wahrheit minder durchdrungen gewesen zu sein. Wenigstens macht *Strabo* dem *Eratosthenes* die heftigsten Vorwürfe darüber, dass er, obwohl selbst von Beruf Mathematiker, gegen jenes Grundgesetz verstossen und dem Mittelmeer, und zwar an wenig entfernten Stellen, eine nicht gleich hohe Oberfläche beigelegt habe 12). Derselbe berufe sich u. a. auf ein unter *Demetrius Poliorketes* angestelltes Nivellement des korinthischen Isthmus, welches den Golf von Naupaktus unter dem äginetischen liegend ergeben habe*). Es scheint, dass *Eratosthenes,* der in der Oase des *Jupiter Ammon* mit prophetischem Blicke alten Meeresboden erblickte, seine paradoxe Ansicht vom örtlich wechselnden Niveau sich deshalb gebildet hatte, um gewissen von ihm gemachten geognostischen und paläontologischen Erfahrungen eine theoretische Stütze geben zu können.**) Nicht minder machen *Strabo's* Ausführungen den Eindruck, als habe *Hipparch* sich einigermassen auf seines Fachgenossen Seite gestellt und überhaupt die Gleichgewichtsform der Erdgewässer nicht sowohl als eine stabile, sondern vielmehr als eine labile, in steter Umgestaltung und Schwankung befindliche, definirt. Liess er doch, wenn anders *Strabo* vollkommenen Glauben verdient 15), den Ister gleichmässig mit dem schwarzen wie mit dem adriatischen Meere in Verbindung stehen und inaugurirte so jenen unglückseligen geographischen Irrthum der Meereskanäle, der den Karten des Mittelalters grossentheils so unschönen Ausdruck giebt und für die alte Welt erst spät als solcher erkannt ward. Durfte der Laie *Strabo* die beiden Astronomen ob ihrer Fehlgriffe mit Recht zurückweisen, so müssen wir doch andrerseits auch bekennen, dass

---

*) Angesichts der geringen Entfernung der Endstationen und der unvollkommenen Hülfsmittel, über welche die Geodäten der Diadochenzeit verfügten, muss die ermittelte Differenz natürlich auf Rechnung der begangenen Messungsfehler gesetzt werden. An sich freilich liegt es ausser Zweifel, dass solche Unterschiede wirklich bestehen; die allerneuesten Untersuchungen haben solche in den Normalpegelständen von Marseille, Brest und Swinemünde über allen Zweifel erhoben 13).

**) Ob nicht vielleicht *Strabo*, der sich ja bekanntlich auf eigenes mathematisches Wissen nicht eben viel zu gute thun durfte, den Worten des *Eratosthenes* dadurch einen falschen Sinn unterlegte, dass er an die Stelle der von jenem gemeinten dynamischen Verhältnisse (momentanen Umwälzungen) statische setzte? Jener 14) erklärt sich doch eigens für die reine Kugelform von Feste und Wasser.

seine eigene Argumentation durchaus keine richtige war und sogar wieder einer anderen nicht minder bedenklichen Reihe von Trugschlüssen als Ausgangspunkt und Quelle diente. Indem er nämlich betont, dass zwar die Flüsse in einem abschüssigen Bette dahinströmten, von einer Bewegung des Meeres dagegen in diesem Sinne keine Rede sein könne, fährt er fort 16): „Wer aber hält des Meeres Oberfläche für abhängig? Besonders nach der Annahme, welche den vier Körpern, die wir auch Urstoffe nennen, Kugelgestalt giebt"? Mochte dieser naturphilosophische Scheingrund, auf so schwachen Füssen er immer steht, von jener Zeit zum wenigsten nicht missverstanden werden, so änderte sich diess Verhältniss doch später gründlich, und es ist gewiss nicht unwahrscheinlich, dass die Begründer und Verfechter der für das ganze Mittelalter charakteristischen Anschwellungshypothese den bewussten Ausspruch *Strabo's* kannten und in einem Ihren Velleitäten günstigen Sinne auslegten.

§ 4. Die wenigen Naturforscher, welche aus dem Schosse des Römervolkes hervorgiengen, waren im Allgemeinen nicht geneigt, auch nur in Kleinigkeiten über ihre griechischen Vorbilder hinausgehen; wer also überhaupt mit Dingen von der Art wie die Kugelgestalt der Erde sich beschäftigt — *Plinius* z. B. musste diess thun 17) — nahm das Gebotene ruhig hin und liess sich so durch seine eigentlichem Forschen abgeneigte Sinnesrichtung vor den Ausschreitungen einer späteren Zeit bewahren. Den Namen eines selbstthätigen, originalen Denkens verdient strenge genommen nur Ein Lateiner, der Philosoph *Seneca*, der in alle Fragen jenes Wissenszweiges, welchen wir heutzutage als geologische Dynamik bezeichnen würden, wirklich tief eingedrungen war und vor Allem auch die Bedeutung des Wassers als einer für die Oberflächenbeschaffenheit der Erde wichtigen mechanischen Potenz vollständig begriffen hatte 18). *Seneca* nun spricht sich mit Entschiedenheit dafür aus, dass bei gewöhnlichen Umständen der Meeresspiegel die reine geometrische Kugelgestalt aufweisen müsse. In den *„Naturales Quaestiones"* ist eine ganze Reihe von Kapiteln 19) der Frage gewidmet, wie es denn komme, dass trotz der mannigfachsten Naturereignisse die Menge des Meerwassers und damit auch dessen Vertheilung sich stets gleich bleibe.

Nur Eine allerdings sehr beträchtliche Ausnahme lässt *Seneca* zu. *Nehring* 20) schildert deren Charakter mit folgenden Worten:

„Von Zeit zu Zeit scheint allerdings eine allgemeine, wenn auch vorübergehende Niveauerhöhung des Meeres vorzukommen, nämlich bei den grossen Diluvialfluthen, welche nach Ablauf längerer Erdbildungsperioden mit einer gewissen Gesetzmässigkeit eintreten und die grossartigsten Veränderungen in der Gestaltung der Oberflächengestaltung unserer Erde hervorrufen". *Seneca* denkt sich offenbar diese schrecklichen Kataklysmen, ohne welche die paläontologische Forschung selbst bis zu den Tagen eines *Cuvier* und *Agassiz* nicht auskommen zu können vermeinte, durch eine von gewissen Constellationen bewirkte Erschütterung des Gleichgewichtszustandes unserer Erde, modern gesprochen also durch eine längere Zeit anhaltende Verrückung des Erdschwerpunktes hervorgerufen.*) Denn nur ein kosmisches Ereigniss, kein eigentlich tellurisches, kann als von so gewaltigen Folgen begleitet gedacht werden. Beweis dafür sind des Philosophen eigene Worte 21): „Sic origo mundi, non minus solem et lunam, et vices siderum, et animalium ortus, quam quibus mutarentur terrena, continuit. In his fuit inundatio, quae non secus quam hiems, quam aestas, lege mundi venit. Itaque non pluvia istud fiet, sed pluvia quoque: non incursu maris, sed maris quoque incursu: non terrae motu, sed terrae quoque motu". Natürlich ist diese geologische Phantasie durchaus nicht jedes realen Untergrundes baar, vielmehr scheinen hier thatsächliche Beobachtungen, die man dann nur etwas kühn verallgemeinerte, vorgelegen zu haben. So mochte ihn bei der sehr richtigen Bemerkung, die Conjunktion von Sonne und Mond werde die Umwälzung besonders begünstigen, die wirklich wahrgenommene Thatsache leiten, dass die mächtigen Springfluthen an der Nordseeküste gewöhnlich bei Neumond sich einzustellen pflegen.

Von anderen Römern ist wenig zu berichten. Gehört die jedenfalls nicht aristotelische Schrift „*περὶ κόσμου*" dem *Apulejus* wirklich an, wie neuere Autoren aus gewissen inneren und äusseren Gründen schliessen wollen, so geht aus deren Behandlung der Erdumwandlungslehre hervor, dass ihr Verfasser sein Vorbild

*) Diess und die so ausdrückich betonte Gesetzmässigkeit des ganzen Verlaufes scheint uns zu berechtigen, die Katastrophenlehre des *Seneca* als in den Rahmen unserer Skizze gehörig zu betrachten. Bei den meisten Autoren, die etwas Aehnliches lehren, liegt die bewegende Ursache nicht in einem eigentlichen Naturgesetz, sondern in einem ad hoc erdachten deus ex machina.

Seneca gekannt und benützt hat 22). Ferner könnte vielleicht noch an *Terentius Varro* gedacht werden, denn wenn nach *Chasles* Angabe dieser büchergelehrteste aller Römer wirklich von einer Abplattung der Erde 23) gesprochen hat, so meinte er eine solche wohl kaum in dem uns geläufigen Sinne, sondern eher nach Art einer Wasseranschwellung am Aequator, einer Wasserentblössung an den Polen. Da sämmtliche Werke *Varro's* untergegangen sind, lässt sich diese unsere Vermuthung natürlich keiner Prüfung unterziehen, doch werden wir in Kurzem den Beweis dafür führen, dass ähnliche Vorstellungen dem Alterthum wenigstens nicht sehr ferne gelegen haben können.

§ 5. Die düstere Periode der patristischen Kosmographie, der sogar die Grundvorstellung einer sphärisch gekrümmten Erde abhanden gekommen war, ist, wie sich von selbst versteht, für unsere Zwecke irgend einen Beitrag zu liefern nicht im Stande. Erst in der zweiten Hälfte des Mittelalters, um die Zeit des zwölften und dreizehnten Jahrhunderts, gewinnt unsere Untersuchung wieder einigen Anhalt, indem sie nach der Stellung fragt, welche die Hauptvertreter scholastischer Gelehrsamkeit zu der späteren Streitfrage nach der örtlichen Verschiedenheit des Erd- und Wasserschwerpunktes einnahmen.

Im Allgemeinen nun scheinen diese Männer dem durchaus correkten Standpunkt zugethan gewesen zu sein, welchem zufolge eine solche Verschiedenheit eben überhaupt nicht vorhanden war. Wenn auch *Albertus Magnus* in seinem Traktat über die Meteore der Ansicht war 24), „dass abwechselnd Theile der Ländermassen unter Wasser versänken und andere wieder aufstiegen", so hatte er dabei doch wohl nur gelegentliche Schankungen des Seespiegels im Auge, und an eine wirkliche Verlegung des Erdschwerpunktes brauchte dabei um so weniger gedacht zu werden, weil ja offenbar dem Sinken des Wassers an einer Stelle dessen Anwachsen an einem diametral entgegengesetzten Punkte entsprach. Und auch *Roger Bacon* weiss nur, dass Erde und Land eine einzige compakte Kugel ausmachen. Ein Passus seiner Werke möchte vielleicht unter einem hiervon verschiedenen Gesichtspunkt aufgefasst werden können, ohne dass doch selbst dann seine Worte dem Trugschlusse des kommenden Jahrhunderts günstig wären.*)

*) *Peter d'Ailly* ist, besonders in kosmographischen Dingen, nichts

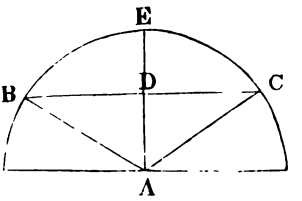
Alliacus sagt nämlich 25): „A polo in polum decurrit aqua in corpus maris et extenditur inter finem Hyspaniae et inter principium Indiae non magnae latitudinis ut principium Indiae possit esse ultra medietatem aequinoctialis circuli sub terra valde accedens ad finem Hyspaniae". Diess doppelsinnige „Herablaufen" des Wassers nun ist, wie aus der daran sich anschliessenden Schilderung wahrscheinlich wird, nicht phoronomisch zu verstehen, allein selbst wenn man ihm einen solchen Sinn unterlegen wollte, so würde damit doch nur gesagt sein, dass sich um den Aequator ein Wulst von flüssiger Materie herumlege, der auf die Lage des Schwerpunktes nicht den geringsten Einfluss ausüben könnte. Man hätte eben nur eine Erdabplattung, wie sie vielleicht der Grammatiker *Varro* im Auge hatte. Dass die scholastische Schule überhaupt nicht geneigt war, das Dogma von der Kugelgestalt der vier Elemente in einem der ursprünglich gehegten Absicht des Urhebers *Aristoteles* zuwiderlaufenden Geiste auszulegen, dafür bürgt uns *Thomas Aquinas,* der in seinem Commentar zum *Aristoteles* die Frage nach der Gestalt einer sich selbst überlassenen Wassermasse einlässlich behandelt. Das Wasser auf der Erde muss immer „nach der concavsten Stelle" hinströmen 26); was aber concaver ist, befindet sich näher am Mittelpunkt. Die Flüssigkeit wird sonach so lange in Strömung verbleiben, bis ihre sämmtlichen Theile gleich weit von jenem Centrum ihre Gleichgewichtslage erreicht haben. So ungefähr lautet der eigentliche Text; würde ihm keine Erläuterung zur Seite stehen, so könnte immer noch einiger Zweifel obwalten, ob der Mittelpunkt mit dem der Erde selbst identisch sei, oder ob vielleicht die vorhandene Flüssigkeit, wie es im Kleinen ja jeder Wassertropfen thut, zu einer geschlossenen Kugel von selbstständigem Mittelpunkt sich zusammenballe. *Thomas* scheint zu fühlen, dass ein Bedürfniss der Erläuterung verliege. Indem er (a. a.) die Erklärung seiner Vorlage in ihre einzelnen Theile zerlegt, sagt er, dass dieselbe von zwei verschiedenen Grundannahmen ausgegangen sei. „Quarum prima est quod quoque aqua naturaliter est gravis: semper naturaliter fluit ad id quod est magis concavum vel magis infimum. Alia

---

weiter als dass Sprachrohr *Bacon's*, so dass jeder anscheinend originale Ausspruch, der bei ihm zu finden, ohne Weiteres auf die genannte Quelle zurückgeführt werden darf.

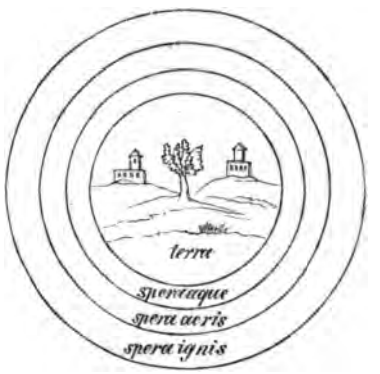
suppositio est quod illud est magis concavum et magis infimum quod est propinquius centro mundi". Dieser völlig klaren Definition des unbestimmt gelassenen Wortes „centrum" schliesst sich noch ein direkter Beweis dafür an, dass der Wasserspiegel keine Ebene sein könne; denn wäre BC ein vertikaler Durchschnitt dieses Niveau's (Fig. 1), in dem dann auch die Weltmitte A läge, und fällte man aus A auf BC die Senkrechte AD, so wäre nach einem bekannten Satze des dritten Buches der Elemente $AD < (AB = AC)$.

Fig. 1.



Nicht also D, wohl aber E, gehört der Niveaufläche an. — Sollte noch irgend eine Unsicherheit bestehen, so würde dieselbe endgültig durch die bei einer späteren Gelegenheit 27) gegebene Uebersichtsfigur über das ganze Weltsystem gehoben, denn in dieser (Fig. 2) erscheinen ausdrücklich Wasser, Luft und Feuer als der Erde concentrische Kugelschalen in jener Normalordnung, welche wir im zweiten Hefte bei *Moses ben Maimon* 28) angetroffen haben und überdiess bei einer ganzen Reihe philosophischer und astronomischer Autoren jener Zeit nachzuweisen in der Lage wären.

Fig. 2.



Zu den Spätscholastikern müssen wir *Vincentius Bellovacensis* rechnen, in dessen Encyklopädie wir bereits ein gewisses Herumkünsteln an den gesunden Anschauungen der älteren Autoritäten und damit auch die ersten Spuren späterer Irrthümer gewahren. Eine Zeit, die mit einem *Albert* und *Thomas* die unvermeidliche Kugelgestalt des Elementes Wasser dadurch genügend gewahrt sah, dass wenigstens dessen Oberfläche stets als Calotte einer mit der Erde (Welt) concentrischen Kugelfläche sich darstellte, eine solche Zeit konnte gar nicht auf den Gedanken kommen, die von *Vincentius* aufgeworfene Frage zu stellen 29): „Quonam modo,

etiam si globetur, extremum mare non decidat .... tantumque a periculo decidendi abest, ut in summa quoque et altissima exsiliat". Man erkennt aus diesen Worten, dass der Verfasser freilich noch die ihm bekannte richtige Definition des Wortes „unten" als „dem Weltcentrum näherliegend" aufrecht erhalten wissen möchte, dass aber die Erscheinungen, welche er bei der Tropfenbildung und bei gefüllten Gläsern*) constatirt haben will, seine ererbten Ansichten bereits in ein bedenkliches Schwanken gerathen lassen.

Immerhin wäre es verfehlt, den Encyklopädisten von Beauvais als den geistigen Vater der nun schon zu wiederholten Malen angedeuteten physikalischen Irrlehre anzusehen. Er ist insofern mitschuldig an deren Aufkommen und Verbreitung, als die Darstellung seines viel geltenden und viel gelesenen Buches nicht so entschieden Missverständnisse und Umdeutungen ausschloss, wie z. B. die logisch exakte Beweisführung des Aquinaten, sondern eher noch zu solchen Verirrungen herausforderte. Dass aber diese letzteren eine feste Gestalt gewannen und endlich zu einem förmlichen wissenschaftlichen System zusammenwuchsen, dafür müssen wir eine ganze Anzahl anderweiter Ursachen verantwortlich machen, deren Erörterung und Kennzeichnung der nächste Paragraph bringen soll.

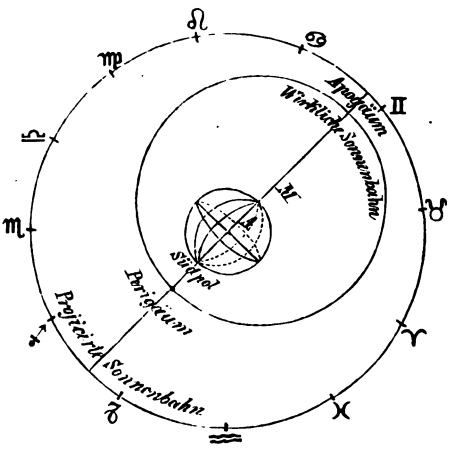
§ 6. *Hipparch* hatte bekanntlich bereits die Excentricität der scheinbaren Sonnenbahn mathematisch genau feststellt, und alle späteren Schriftsteller hatten sich seiner Erklärung angeschlossen und die für die mathematische Erdkunde daraus entfliessenden Folgesätze angenommen. Dass jedoch dieser Umstand auch von bedeutendem physikalischen Einfluss sein könne, ahnten die Griechen nicht. Vielmehr blieb es einem Araber vorbehalten, diese physikalische Consequenz zu ziehen und mit dem wechselnden Stande der Sonne eine Attraktionshypothese in Verbindung zu bringen, deren Wesen offenkundig an *Herodot's* in § 2 geschilderte Erklärungsweise der Nilfluthen gemahnt. Es ist diess der im zweiten Hefte dieser „Studien" bereits mehrfach genannte Damascener *Shems-Eddîn.*

---

*) „In poculis repletis media tument maxime." Bekanntlich gilt diese Erhöhung oder Meniskusbildung nur für sehr enge Gefässe, bei denen die Capillardepression an den Rändern sich stark fühlbar machen kann.

Derselbe sagt 30): „Le soleil se meut autour de son propre centre, qui n' est pas le centre de la terre, ainsi qu' à son perigée il s'approche d'une partie de la terre, la partie méridionale, en s'éloignant à son apogée de l' autre, la partie septentrionale, qui devient terre ferme et élevée, puisque les eaux sont attirées par le soleil vers la partie méridionale en se retirant de la partie septentrionale". Damit will er offenbar einen Grundgedanken ausdrücken, der in mancher Beziehung später wieder zu Ehren kam und folgendermassen kurz aber deutlich wiedergegeben werden könnte. Ist *A* (Fig. 3) die ausserhalb des Centrums *M* der Sonnenbahn stehende Erde, deren Südhalbkugel dem Perigäum sich zuwendet, so leuchtet ein, dass die Sonne, während sie die Südzeichen der auf die ideale Himmelskugel projicirten Ekliptik durchwandert, der Erde selbst näher steht, als bei ihrem Laufe durch die Nordhälfte. Wird dann noch zugestanden, dass die Sonne eine Anziehung auf die Wasserhülle ausüben kann, so muss allerdings eine momentane Anhäufung am Südpol zur Thatsache werden, die nur freilich, sofern nicht noch andere Gründe mit in's Spiel kommen, nicht mehr denn als vorübergehend gedacht werden darf. Das Modell unserer Figur findet sich bei *Wolf* 31).

Fig. 3.



Hatte mithin ein erster und bedeutender Schriftsteller des islamitischen Ostens aus astronomischen Gründen an der fundamentalen Eigenschaft des Erdwassers, eine von zwei concentrischen Kugeln begrenzte Schale zu bilden, gerüttelt, so dürfen wir uns nicht wundern, dass auch bei anderen Arabern gelegentlich abweichende Ideeen zu Tage treten. So spricht *Kazwîni* in seiner allerdings möglichst unklaren und unbestimmten Weise davon 32), „dass die Rundung der Wassersphäre keine vollkommene ist".

Auch die soeben ausführlicher besprochene Hypothese *Demitschki's* tritt uns bei dem persischen Collegen entgegen, noch dazu weiter ausgeführt und in einer für die Erkenntniss muselmanischer Teleologie geradezu interessanten Weise als naturnothwendig begründet. Wären Wasser und Erde wirklich concentrisch, meint er, so würde die göttliche Ordnung für den Menschen sich gar nicht so, wie sie es sollte, offenbaren können. Die weitere Schlussfolgerung setzen wir, da sie sich nicht wohl einem Auszuge fügen will, gleich wörtlich in unseren Text 33): „Darum hat die göttliche Weltleitung es nothwendig erfordert, dass zwischen dem Sonnen- und Erdcentrum ein Gegensatz herrsche, so dass die Sonne um ihr specielles Centrum, das eben von dem Centrum der Erde verschieden ist, ihren Umlauf hält und sich nun dem einen Theil der Erde nähert, von dem anderen aber wieder entfernt. In Folge dessen wird das Wasser der der Sonne zunächst gelegenen Gegend erwärmt; und zu dem Wesen des Wassers, sobald es warm wird, gehört es, dass es sich nach der Gegend hinzieht, in der es in den Meeren einen sicheren, geschützten Ort findet. Zieht es sich nun dorthin, so wird die Oberfläche der Erde in dem Theile, der jenem gegenüber liegt, von Wasser entblösst, d. h. in der Richtung, von der die Sonne weit entfernt ist. . . So ist nun also der südliche Theil zum Meer, und der nördliche zum trockenen Land geworden". Wenn unter solchen Umständen, wo denn doch ähnliche Vorstellungen in der Luft zu liegen schienen,*) *Peschel* dem naturkundigen *Masudi*" die in dessen „goldenen Wiesen" gelegentlich vorgebrachte Behauptung als Verdienst anrechnet 35), dass kein Erdraum auf die Dauer trocken oder mit Wasser bedeckt bleibt, so vermögen wir darin eben nichts Aussergewöhnliches zu erblicken. Doch geben wir gerne zu, dass die arabischen Naturforscher die noch etwas vagen Vorstellungen *Seneca's* von Diluvialfluthen, mit denen sie allem Vermuthen nach wohl bekannt waren, zu der physikalisch bestimmten Theorie verdichtet hatten, dass unter dem Einflusse des wechselnden Sonnenstandes eine alternirende Ver-

*) Der Text des *Kazwîni* ist schon seit weit längerer Zeit in guter deutscher Uebertragung zugänglich, als derjenige seines Fachgenossen aus Damaskus in französischer. Wie wenig ersterer gleichwohl bekannt ist, geht aus dem Umstande hervor, dass *Peschel's* treffliches Werk, dessen Neu-Ausgabe eben von *Demitschki's* Lehrmeinung berichtet 34), von den bei *Kazwîni* zu findenden Parallelstellen nichts weiss.

schiebung des gemeinsamen Schwerpunktes der Erd- und Wassersphäre nach der Nord- wie Südseite hin statthaben müsse.

Bei *Masudi's* Aufstellungen über den Kreislauf der Ueberfluthungen und des Trockenwerdens mögen ausser den erwähnten in ihrer Art ganz gerechtfertigten Motiven auch noch andere mitgewirkt haben, die sich weniger mit der Wahrheit vertrugen. Wir meinen die von ihm an der reinen Kugelgestalt der Erde angebrachten Correktionen, von denen im zweiten Hefte vorübergehend die Sprache war 36). *Masudi* scheint als Einer der ersten unter den Gelehrten des Mittelalters zu einer fast vergessenen Ansicht der antiken Erdkunde zurückgekehrt zu sein und die Erdfeste nicht gleichmässig und stetig gekrümmt, sondern nach Art einer Kuppel, Glocke oder Pauke nach einer bestimmten Richtung hin ausgebaucht, angeschwollen sich vorgestellt zu haben. In § 2 gedachten wir einer analogen geographischen Ahnung des *Hippocrates*, und nach *A. v. Humboldt's* Zeugniss 37) dachten sich die Erde gegen den Aequator hin in die Höhe steigend auch *Eratosthenes* und *Polybius*. Bei den unreifen Theosophen der ersten byzantinischen Epoche gestaltete sich unter der Einwirkung unverdauter Lektüre die Erdrunde sogar zum ungeheuerlichen Erdhügel. Und wenn auch diese allergröbste Ausschreitung kaum wirklichen Schaden anzurichten vermochte, so blieb doch immer der Gedanke haften, von jenem grössten Erdkreis an, welcher das damals bekannte Ländergebiet von der terra incognita trennte, erhebe sich die Erde nicht blos relativ, d. h. mit Bezug auf jene Gränzlinie, sondern sogar absolut, mit Bezug auf ihren Mittelpunkt. Ein hochverdienter, durch scharfe Beobachtungsgabe ausgezeichneter Reisender fraglicher Zeit mag durch seinen naturgetreuen Reisebericht wohl auch unfreiwillig zur Befestigung des aprioristisch gehegten Irrthums beigetragen haben. Indem *Ruysbroek* (*Rubruquis*) seine Fahrt an das Hoflager des Grosschans beschreibt, sagt er u. a. 38): „Ex quo venimus in curia Mangu, ipse non bigavit nisi bis versus meridiem, et ex tunc incepit redire versus aquilonem, quod erat versus Caracarum. Unum notavi per totam viam, super quo dixerat mihi dominus Baldewinus de Hannonia Constantinopoli, qui fuit illuc, quod hoc solum viderat mirabile, quod semper ascendit eundo, et nunquam descendit. Omnia enim flumina veniebant ab oriente in occidentem, vel directe vel indirecte, hoc est declinando in meridiem vel aquilonem".

Rubruquis durfte diese Worte wohl niederschreiben, da ihn ja sein eigener Blick von deren Wahrheit zur Genüge überzeugt hatte. Allein auch andere nicht sowohl erfahrungsmässige, als vielmehr abergläubische und mysteriöse Einflüsse wirkten mit, die Erdfeste als ein Gebäude von sphäroidischer, aus den Meeren steil ansteigender Gestalt erscheinen zu lassen. Die Mythe von einem annoch der Erde angehörigen Paradies, dessen Lage, wie aus *Santarem's* fleissiger Zusammenstellung hervorzugehen scheint, zuerst *Honorius von Autun* in den Osten des bekannten Continentalcomplexes verlegt hatte 39), hatte allmälig greifbarere Formen angenommen, indem der heilige Berg Aryn, in welchem man wohl mit gleichem Rechte einen Sprössling des altindischen Meru, als auch andererseits des Weltberges von *Cosmas Alexandrinus* erblicken darf, in der Mitte des asiatischen Hochlandes emporragte. Trat aber, so folgerte man, die eigentlich doch unter das Wasser gehörige Erde so gewaltig aus diesem hervor, so musste auf der anderen Seite die weit überwiegende Flüssigkeitsmasse einen ähnlichen Berg bilden. War doch bei Einzelnen, entgegen der allgemein geltenden Ansicht, kein Zweifel gestattet, dass ein weit grösserer Theil der Erdoberfläche durch Meer bedeckt sei, als dem trockenen Lande angehörig. Und waren auch einzelne helldenkende Männer, wie der grosse *Albert,* geneigt, auch der südlichen Halbkugel eine theilweise Bewohnbarkeit zuzugestehen, so nahmen doch auch sie 40) diese bewohnten Theile als durch Wasserflächen von ungeheurer Ausdehnung von uns getrennt an. Mit Einem Worte, die alte Okeanoshypothese des *Homer* lebte noch immer fort, das Meer war nur ein einziges, zusammenhängendes,*) in dem jedoch,

*) Hören wir z. B. über diesen Zusammenhang die „lauteren Brüder" Arabiens 41): „Die Meere, welche wir als die grossen Wasserbehälter auf der Erdoberfläche darstellten, zwischen denen hohe Berge als Dämme stünden, sind miteinander entweder durch Meerengen auf der Erdoberfläche oder durch unterirdische Canäle oder durch die Wasseradern der Quellen im Schosse der Erde verbunden." Aehnlich dachten sich bis auf die neueste Zeit Männer von Bedeutung das Erdinnere von einem System weitverzweigter communicirender Röhren durchzogen. Inder *Mädler* davon spricht, dass *Struve's* und *Sabler's* Vermessungen der kaspischen Meere einen 94 Fuss tieferen Stand angewiesen hätten, a er dem schwarzen Meere eignet, erzählt er noch weiter 42), die franz sischen Gelehrten hätten diesen Ergebniss keinen Glauben schenk wollen, da ja doch ein Landsee unmöglich tiefer liegen könne, als d

da die reine Kugelgestalt durch die Vertheilung des Festen und Flüssigen gestört war, nicht nothwendig absolutes Gleichgewicht herrschen musste. So glaubte man bereits zu des arabischen Kosmographen *Edrisi* Zeit 43) eine continuirliche Anschwellung des Niveau's vom mittelländischen Meere aus hinauf zum atlantischen Ocean durch unmittelbare Messung festgestellt zu haben. Ja bereits die Kirchenväter *Ambrosius* und *Basilius* bekannten sich zu dieser Ansicht des Arabers. Wir glauben durch die Betrachtungen dieses und des vorhergehenden Paragraphen den Beweis dafür erbracht zu haben, dass um die Wende des dreizehnten Jahrhunderts mehrfache Gründe vorlagen, um die alte Schulmeinung des *Aristoteles* und der Scholastiker dem Zeitgeist gemäss umzugestalten. In Kürze rekapitulirt schienen nachstehend aufgezeichnete Thatsachen dagegen zu sprechen, dass die Gesammtheit des mit der Erde verbundenen Wassers blos einen mit jener homocentrischen Kugelring bilde:

Erstens: Die grundsätzliche Annahme, dass dem flüssigen Urstoff, wie ja schon der Tropfen auf bestaubtem Baumblatt zeige, die Gestalt einer Vollkugel zukommen müsse;

Zweitens: Die schon von den Griechen überkommene, von den Arabern aber weiter ausgebildete Anschauung, dass die Gestirne das Wasser an sich zögen und somit ein Zusammenströmen des letzteren nach Einem Punkt hin veranlassten;

Drittens: Der geographische Irrthum, dass die feste Erde übermässig aus ihrer an Grösse unverhältnissmässig überwiegenden flüssigen Umhüllung emporrage, die selbst nur Ein grosses Ganzes bilde.

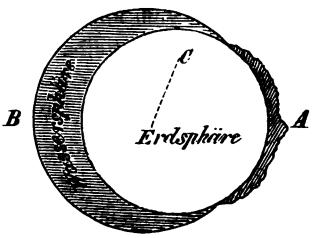
Wo solche Prämissen gegeben waren, da musste auch bald der Versuch in's Leben treten, dieselben zu einem gleichartigen kosmologischen Gesammtbilde zu vereinen. Dass etwa beide Elemente, Erde und Wasser, als gesonderte massive Kugeln gedacht wurden, daran war natürlich nicht zu denken, vielmehr musste mit möglichster Schonung der Kugelgestalt der eine Stoff dem anderen eingebettet werden. So gelangte man denn endlich dazu, die Erd- und Wassersphäre nach Massgabe von Fig. 4 in einander

---

Weltmeer. Mit Recht bemerkt *Mädler*, dass dieser Schluss ganz unzutreffend sei. Wir erinnern nur an das todte Meer.

gefügt sich vorzustellen, so zwar, dass der Radius der letzteren den der ersteren um ein Geringes übertraf. Was wir über diese ganz eigenthümliche und noch vor wenigen Jahren so gut wie gänzlich unbekannte Theorie der Erdstruktur wissen, verdanken wir fast einzig der gelehrten Monographie von *Wilhelm Schmidt* 44). Wenn wir sonach im folgenden Abschnitt auf die Schicksale dieser Hypothese näher eingehen, so geschieht diess, so lange wir wenigstens im dreizehnten und vierzehnten Jahrhundert verweilen, nur im engsten Anschlusse an diese unsere Vorlage; was wir für diese Schrift selber als ein kleines Verdienst in Anspruch nehmen zu dürfen glauben, das ist: die Entstehungsgeschichte einigermassen aufgehellt, die Rückwirkung des scheinbar abgestorbenen Ideeenkreises auf spätere Zeiten nachgewiesen und vielleicht auch einige von *Schmidt* mehr nebensächlich behandelte Punkte noch bestimmter hervorgehoben zu haben.

Fig. 4.



§ 7. In der zweiten Hälfte des dreizehnten Jahrhunderts verfasste der Florentiner *Brunetto Latini* den die bürgerlichen Wirren der Guelfen und Ghibellinen nach Paris verschlugen, sein in altfranzösischem Idiom geschriebenes Sammelwerk „Le trésor", von dem wir seit einigen Jahren eine leider nicht mit den wünschenswerthen sprachlichen und sachlichen Erläuterungen ausgestattete Neu-Ausgabe besitzen 45). Eine Abtheilung dieses Werkes beschäftigt sich mit der graphischen Darstellung der Erde, und hier erörtert *Latini* 46) die Frage: „Comment li Mondes est reons, et comment li Element sont etabli". Seine Beantwortung ist diese: „En ce fu nature bien porveanz quant elle fist l'orbem tout reont; car nul chose ne puet estre si fermement serrée en soi meisme comme cele qui est reonde. Raisons comment: Regardez ces charpentiers qui font ces tonians et ces cuves; car il ne les porroient en nule maniere fermer ne joindre, se par reondece non Neis une volte, quant on la fait en une maison ou un pont, covient il que il soit fermez par sa reondece, non mie par lonc ne par lé, ne en nule autre forme". Scheinbar also schmiegt sich *Latini* mit diesen Worten ganz der landläufigen Anschauung an

dass die Vorsehung', die hier freilich etwas rationalistisch durch eine „vorsichtige Natur" ersetzt erscheint, alle Elemente nach der sphärischen Grundform gebildet habe. Allein die zum obigen Satze gehörige Figur (Fig. 5) straft die conservativen Worte einigermassen Lügen, denn während in ihr Feuer und Luft allerdings der vorschriftsmässigen Gestalt sich fügen, weicht nicht nur die Erde, deren Unebenheiten das von selbst mit sich bringen, sondern auch deren Wasserhülle stark von jener ab; ja letztere weist am Aequator der in primitivste Radkartenform eingezwängten Erde sogar eine ziemlich augenfällige Ausbauchung auf. Man

Fig. 5.

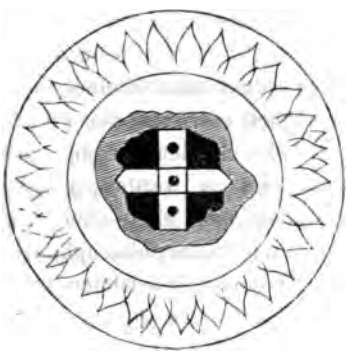
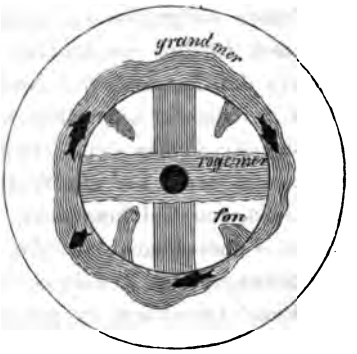


Fig. 6.



ersieht aus dieser Zeichnung, dass die Anschwellungshypothese damals schon in der Luft lag; man sprach sich noch nicht öffentlich für sie aus, gab aber unwillkürlich auf einem anderen Gebiete ihr Raum. Unser Autor lässt uns übrigens in die Gründe, welche ihn zu seiner von den Normalschematen eines *Thomas* und Anderer so beträchtlich abweichenden Darstellung bewogen haben mochten, hineinblicken. Nachdem er schon vorher die Erde als von unzähligen Hohlräumen, Adern und Canälen durchzogen beschrieben, die alle mit dem Meere und unter sich in Verbindung ständen, fährt er in dem „des Vainnes de la terre et des aigues" überschriebenen Abschnitte folgendermassen fort 47) (Fig. 6): „Sor la terre, de cui li contes a tenu lonc parlement, est assise l'aigue, ce est la mer greignor qui est apellée la mer Oceane, de cui toutes les autres mers et braz des mers et flueves et fontaines qui sont parmi la terre, issent et naissent prémier et là meisme retornent il à la fin".

Suchen wir diese nachträgliche Erklärung, die offenbar mit der Art der Verzeichnung in einem gewissen Contakt steht, unter einen der oben aufgestellten Gesichtspunkte zu bringen, so möchte wohl der dritte für diesen Fall der massgebende sein. Die Idee, dass selbst noch unter der am höchsten emporsteigenden Bergspitze des Continentes Wasserlöcher sich finden müssten, die — einer offenbar missbräuchlich angewandten Vorahnung des Gesetzes von Communikationsröhren gemäss — vom Weltmeere gespeist würden, diese Idee, sagen wir, musste zu dem Wahne führen, dass zur Aufrechterhaltung des natürlichen Gleichgewichtes der Erdanschwellung ein Wasserhügel entsprechend angebracht sei.

Etwas später wohl als *Brunetto*, im Wesentlichen aber doch als dessen Zeitgenoss zu betrachten, lebte und schrieb ein anderer Italiener, *Ristoro von Arezzo*. Fast vergessen, ward erst im Anfang unseres Jahrhunderts der Name dieses bedeutenden Mannes durch einen Vortrag der unverdienten Vergessenheit entrissen, den *Fontani* vor der Accademia della crusca hielt 48). Seitdem begann man mehr und mehr auf ein Werk aufmerksam zu werden, welches mit Geist und Gelehrsamkeit, wenn freilich auch nicht ohne zahlreiche Concessionen an die ungeordneten naturphilosophischen Vorstellungen des Zeitalters, über alle Probleme des Himmels und der Erde Aufschluss zu geben beabsichtigt.*) *Narducci*, der um die Geschichte der mathematischen Wissenschaften hochverdiente Forscher, hat uns den Text sammt einer namhaften Anzahl auf den Verfasser bezüglicher Dokumente geliefert 49). Wir wenden uns zunächst zu dem zwanzigsten Kapitel des Hauptwerkes, welches von der Einrichtung des Erdkörpers und den auf der Erde vorkommenden Dingen handelt, nachdem im vorhergegangenen 50) ganz ordnungs- und schulgemäss von der runden Gestalt der vier einander concentrischen Elementarsphären die Rede gewesen war.

Dem gegenüber stehen nun die näheren Ausführungen am genannten Orte 51): „E noi troviamo una parte della terra scoperta

*) „*Ristoro* gehört," so ungefähr sprach sich *Schiaparelli* in einer Privatbriefe uns gegenüber aus, „zu jenen Schriftstellern, die im Geist scholastischer Unfehlbarkeit Alles zu erklären und zu beweisen unte nehmen, darunter also auch Dinge, die von Anfang einer Erklärun oder eines Beweises überhaupt unfähig sind, wie z. B., warum das Ja gerade 365 Tage, nicht mehr und nicht weniger, habe, und Aehnlich mehr."

dall' acqua; e, secondo i savi, è la quarta parte scoperta, si chè tre parti rimane sotto l'acqua; ed in questo luogo troviamo una grande forza, e la terra è levata per forza dello suo luogo, e stae rilevata per forza sopra l'acqua, e l'acqua per forza cessata via; e questa forza fue a cagione della congiurazione delle pianete, e delli animali c'abitano sopra la terra. E troviamla scoperto inverso la parte di settentrione, sotto quella parte del cielo, la quale è piue stellata; e troviamo quella parte della terra scoperta, girata e avironata intorno intorno d'acqua, la quale è chiamata mare maggiore, e tali la chiamano mare oceano". . . Wir finden in dieser Stelle die dem früheren Mittelalter gar nicht sympathische, dagegen, wie erwähnt, auch dem *Albertus Magnus* geläufige Meinung, dass ein verhältnissmässig nur kleiner Theil des Festlandes sich über das Wasser erhebe. Während jedoch ein ruhiger denkender Naturforscher sich damit begnügt haben würde, diese angebliche Thatsache einfach zu constatiren, hält es der am unrechten Platze philosophirende *Ristoro* für erforderlich, den causalen Zusammenhang dieser Erscheinung auszumitteln. Dazu soll ihm der Sternenhimmel verhelfen. Derselbe ist, wie man damals allgemein glaubte, nur in seinem nördlichen Theile reich ausgestattet, die Südhalbkugel, die freilich noch kein Abendländer aus eigener Erfahrung gehörig kannte, galt für sternarm.*) Diesem Mangel an Individuen sollte nun eine colossale Wassermasse entsprechen, wogegen unter dem Einflusse der reichen Sternbedeckung im Norden eine Emportreibung des festen Elementes sich ergab. Abgesehen von der inhaltslosen und vagen Verwendung des Begriffes einer kosmischen Anziehung, mit welchem die Gelehrten des Mittelalters so gerne missbräuchlichst operirten, lag dieser Vorstellung wohl noch ein

*) Diess ist bis zu einem gewissen Grade wahr, denn die Umgebung des südlichen Himmelspoles verdient alles Ernstes 52) das Prädikat „sternarm." Die damaligen Italiener bezogen ihre Kenntnisse auf diesem Gebiete vermuthlich aus arabischen Quellen. *H. I. Klein* bemerkt zu der bekannten Stelle im „Fegefeuer," „dass der Vater der italienischen Poesie die vier Sterne des südlichen Kreuzes kannte, sei es nun, dass er arabische Sterngloben gesehen, oder seine Kenntniss dem Umgange mit orientalischen Reisenden aus Pisa verdankte" 53). *Santarem* 54) hat diese Annahme noch bestimmter fassen gelehrt, indem er zeigte, dass das Kreuz in dem von italischen Häfen aus häufig besuchten Aegypten theilweise sichtbar war. Vgl. auch *Peschel's* Aufsatz 55) über die Astrognosie bei *Dante*.

Lieblingslehrsatz des Scholasticismus zu Grunde, der nämlich, dass der homogenen, undifferenzirten Himmelsmaterie im Süden das gleichartige Element des Wassers, dem Sternhimmel des Nordens dagegen auch die vielgestaltig gruppirte und differenzirte Erde gegenüberstehen müsse. So gelangen wir denn zu der Ueberzeugung, dass *Ristoro's* Auseinanderlegung der Erd- und Wassersphäre wesentlich durch eine Art von Verschmelzung jener beiden Gründe bedingt war, welche wir in der allgemeinen Einleitung des § 6 bezüglich als zweiten und dritten aufgeführt haben. Dass speciell auch die Schwammtheorie *Brunetto's* bei ihm Anklang findet, zeigt uns ein unmittelbar folgender Passus 56): „E troviamo la terra rigata de' nii, e di fiumi e d'acque; e troviamo correre l'acqua entro per la corpo della terra; e troviamla andare sopra faccia della terra; e troviamla salire a sommo de' monti, e vediamola scendere; e di quest' acqua vedemo fare rii, e de' rii fare fiumi; e i fiumi entrare l'uno nell' altro, e correre, e rigare la terra, ed entrare nel mare; e l'acqua de' rii e de' fiumi troviamo dolce, e l'acqua del mare troviamo salsa, e potemo dire, secondo una via, que i fiumi escano dal mare e tornano del mare".

Mit diesen Speculationen über das Verhältniss des Festen zum Flüssigen scheinen nun freilich andere Theile des Werkes in Widerspruch zu stehen. Im dritten Kapitel des vierten Buches z. B., wo *Ristoro* in ganz merkwürdiger Weise den relativen Werth der einzelnen Urstoffe mathematisch bestimmen will — wir behalten uns, um nicht den Zusammenhang zu stören, die Beleuchtung dieses Abschnittes für ein andermal vor — ist wieder ganz streng scholastisch erwiesen, dass zwar die Elemente in einander übergehen können, dass aber ihre Anordnung gleichwohl immer so beschaffen sein müsse, um eine durch ihre Pole gehende Gerade zugleich auch durch den Mittelpunkt der Erde und der Welt gehen zu lassen 57). In ein neues Stadium tritt die Untersuchung erst ein mit Buch 6, in dessen erstem Kapitel nochmals all' die Gründe zusammengefasst werden 58), welche ein Heraustreten der Erde aus der umgebenden Wasserkugel nothwendig erscheinen lassen. Der nördliche Theil des Himmels ist kräftiger, mit grösserer Energie begabt,*) auch durch eine Anhäufung von Sternen aus—

*) Auf diese Bevorzugung des „edleren" Nordhimmels deutet auch der Umstand 59), dass die Thierkreisbilder ihre Köpfe nach jener Him- –

gezeichnet, lauter Eigenschaften, welche der schwächlichen („rada e debole") Südhemisphäre abgehen; so muss die stärkere „Potenz" des Nordhimmels das Emportreten des Trockenen, das Zurückweichen des Flüssigen zur Folge haben. Diese vom Firmament ausgehende Anziehungskraft durchdringt, wie im zweiten Kapitel ausgeführt wird, die Räume des Feuers und der Luft, ohne hier einen Effekt zu erzielen — eine Art elastischer Transmission, auf deren grundsätzliche Bedeutung bei den Spätscholastikern wir schon anderwärts 61) aufmerksam gemacht haben. Astronomischer Natur ist auch 62) die mannigfach abwechselnde Gliederung der aufgetriebenen Erdoberfläche nach Berg und Thal. Den regelrechten Abschluss des ganzen Weltbildes endlich liefert die Versicherung, dass alles Wasser der ganzen Erde nur Einen einheitlichen Complex bildet, woferne nicht äussere Hindernisse der Vereinigung entgegenstehen, welche dann aber doch wieder unterirdisch umgangen werden können. „E secondo questa via si continua tutta l'acqua del mondo insieme, s'ella non è racchiusa per forza" 63).

Die vorstehend gegebenen Aufschlüsse über das System des Aretiners dürften ausreichen zur Schöpfung eines selbstständigen Urtheils über diess System und die Beweggründe, welche bei seiner Conception leiteten. Bedenken wir, dass *Ristoro* jedenfalls ungemein viel gelesen hatte, erwägen wir ferner, dass seine auf rein scholastischer Grundlage auferbaute naturwissenschaftliche Bildung mit den mannigfachsten Elementen fremder Cultur versetzt sein musste, wie das für einen Bewohner Mittelitaliens zu damaliger Zeit gar nicht anders sein konnte, und dass es ihm nun darauf ankommen musste, all' diese Bruchstücke seines Wissens organisch zu verarbeiten, so fällt volles Licht auf die Eigenthümlichkeiten wie auf die Incohärenzen seiner Leistung. Die peripatetische Lehre von der Sphärenharmonie der Grundstoffe musste die Basis abgeben, mit ihr aber musste man all' die vermeinten Errungenschaften einer neueren Zeit zu vereinen bestrebt sein: die scheinbar

---

melsrichtung wenden! Offenbar ein Nachhall plinianischer Stubengelehrsamkeit, welche ja auch die von Menschen willkürlich ersonnenen Figuren als dem Himmelsgewölbe imprägnirt ansah. Beiläufig bemerken wir, dass in *Schmidt's* bezügliche Erzählung ein Versehen sich eingeschlichen hat; er schreibt 60) l. 4, c. 1, während statt des vierten das fünfte oder auch wohl das sechste Buch zu nehmen ist.

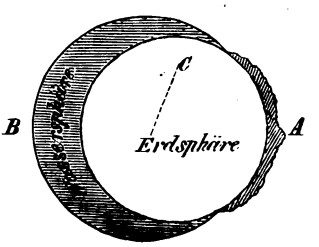
am festesten begründete Vorstellung von einer porösen, allenthalben von Wasseradern und Capillargefässen durchzogenen Erde, die ebensosehr empirisch befestigte Theorie einer continentalen Anschwellung des Erdmassiv's, endlich die missverstandenen griechischen und arabischen Mustern entnommene Hypothese von der attraktiven Kraft der himmlischen (fünften) Elementarmaterie. War das alles zusammengenommen wahr, dann gab die beste Vermittelung, wie sich gar nicht leugnen lässt, die durch unsere vierte Figur veranschaulichte Excentricität von Erd- und Wasserkugel. Jene Schwerpunktsverschiebung, welche für die reinere Auffassung der arabischen Physiker eine blos momentane, wenn auch in Jahresperioden wiederkehrende war, sie gestaltete sich unter den weniger glücklichen Händen mittelalterlicher Verbesserer zu einer gleichbleibenden starren Versetzung um; dem relativ höchsten Punkte *A* der Erde lag als Antipodenpunkt der Gipfel *B* des Wasserberges gegenüber; an einen Gesammtschwerpunkt des so modificirten Centralkörpers zu denken, lag damals ferne, doch lag er im geometrischen Mittelpunkt weder der einen noch auch der anderen Kugel, sondern zwischen beiden.

Von sonstigen Männern der Wissenschaft, die sich der sattsam gekennzeichneten Neuerung zuwandten, nennen wir noch *Petrus de Abano*, den kundigen aber später so völlig in Vergessenheit und Misskredit verfallenen Mathematiker, dem *Regiomontan's* Autorität erst wieder zur verdienten Ehre verhalf 64). Von seinen hierhergehörigen Ansichten handelt *Schmidt* 65) an verschiedenen Stellen, und von seinem Standpunkt aus sehr mit Recht; unter denen ein von dem seinigen verschiedenes Thema zu bearbeiten obliegt, genügt es, zu erwähnen, dass *Petrus* in seinem *Conciliator*, dem Werk, dessen Titel nachmals auf den Verfasser selbst als Beiname übergieng, für die angeblichen Niveau-Unterschiede mehrerer Meerestheile eine nach einem bestimmten Punkte hindrängende Strömung verantwortlich machte.

§ 8. Obgleich wir aus der nicht eben armen kosmologischen Literatur der Hohenstaufenzeit nur einige bezeichnende Muster für die von den Arabern inaugurirte Umsetzungshypothese beizuziehen hatten — und dass wir nicht mehrere nennen, zeigt eben, dass blos diese uns bekannt sind —, so müssen wir doch mit aller Bestimmtheit annehmen, dass die Verbreitung der Irrlehre in gelehrten und ungelehrten Kreisen eine weit grössere gewesen

sein muss, als nach der Spärlichkeit der direkten Beweisurkunden zu erwarten wäre. Möglich, ja wahrscheinlich, dass die noch immer nicht ergründeten handschriftlichen Schätze unserer Bibliotheken uns noch ein oder das andere derartige Dokument in die Hand spielen werden. Allein selbst wenn uns diese Hoffnung fehlschlagen sollte, so steht uns doch ein untrügliches indirektes Beweismittel zu Gebot, jener Vortrag nämlich, welchen *Dante Alighieri* am 20. Januar 1320 vor einem ausgewählten Publikum Verona's hielt, und der die gründliche Widerlegung jener Irrthümer und die Verbreitung gesunderer Anschauungen auf dem Felde der physischen Erdkunde zur bestimmt ausgesprochenen Voraussetzung hatte 66). Ein Mann wie *Dante* aber focht jedenfalls nicht gegen Windmühlen, sondern wenn er, noch dazu in vorgerücktem Alter, sich entschloss, öffentlich gegen eine landläufige Ansicht aufzutreten, so hatte er sicher guten Grund, diess zu thun. Ob freilich die Gründe, welche er den Gönnern fraglicher Lehrmeinung in den Mund legt, auch wirklich sämmtlich geäussert und vorgebracht worden sind, dürfen wir, ohne dem Andenken des grossen Dichters zu nahe zu treten, füglich bezweifeln; war es doch ein völlig statthafter dialektischer Kunstgriff, selbst alle denkbaren Stützen der angegriffenen These aufzudecken und dann eine nach der anderen zu zerschlagen. Wie dem auch sei, die Hauptsache ist die vom Redner selbst präcisirte Absicht seines Vortrages, wie sie von *Schmidt* (a. a. O.) mit folgenden Worten wiedergegeben wird: „Es handelte sich um die gegenseitige Lage und die Umgrenzung der beiden Elemente, der Erdfeste und des Wassers. In der Untersuchung will er sich an den Kernpunkt halten: ob die Oberfläche der Wassersphäre, des Oceans, sich an irgend einer Stelle höher erhebe als das aus dem Wasser emportauchende Festland (in seiner Gesammtheit)".

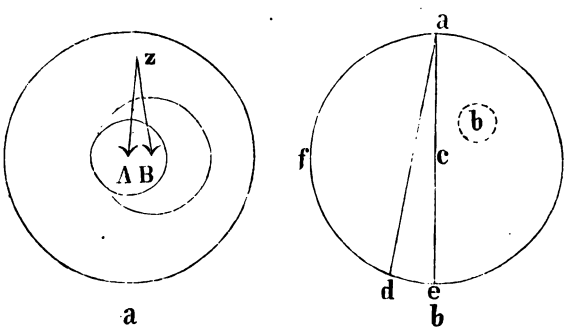
Wie diese Worte darthun, ist die Fragestellung noch nicht in vollkommener Uebereinstimmung mit dem Hauptgegenstand unserer bisherigen Betrachtung. Allein in der That, denken wir uns im Inneren des Erdkörpers einen von der Natur gegebenen festen Punkt, den Gesammt-Schwerpunkt *C* (Fig. 4) der beiden gesonderten Sphären, so liegt derselbe ersichtlich



näher an *B*, denn an *A*, also $AC > cB$. Nur dann also, wenn das Weltbild dieser Figur zur Norm dient, nur dann hat *Dante's* Ankündigung einen klar bestimmten Sinn; dann leuchtet aber auch sofort ein, dass und wie alle gegen die eine Formulirung und Auffassung des Angriffsobjektes geführten Schläge auch die anderen mit treffen.

Der scharfsinnige und wie kein Anderer umfassend gebildete Mann, dem das gesammte gelehrte Wissen des Jahrhunderts — und noch etwas mehr — zur freiesten Verfügung stand, erkennt sofort 67), dass seine Gegner sich in zwei Abtheilungen scheiden, in solche, die in verhältnissmässig correkter Weise die excentrische Anordnung der beiden Sphären behaupten, und in solche, die in der Hauptsache allerdings Erde und Wasser dem nämlichen Mittelpunkt zustreben lassen, dem letzteren Element aber noch eine besondere örtliche Meeresanschwellung beilegen. *Ristoro* und *Brunetto* können als Vertreter jeweils der einen und der anderen Schulmeinung gelten. Gegenüber der erstgenannten betont nun *Dante* einen Begriff, der, obwohl nicht neu, so doch fast gänzlich in Verlust gerathen war, denjenigen nämlich eines für alle dem nämlichen Körper eingeordneten stofflich wie immer gearteten Bestandtheile gemeinsamen Massenmittelpunktes. War doch, wie er wenigstens seine Widersacher ausführen lässt, in der von *Archimedes* fester Hand begründeten Wissenschaft der Statik eine derartige Begriffsverwirrung eingerissen, dass man meinen konnte, wenn irgendwo in einem Punkte *Z* (Fig. 7a) des Weltalls ein Atom

Fig. 7.



Erde dem freien Falle sich überliesse, so müsste es nach *A*, ein Wasser-Atom dagegen nach *B* fallen.

Schmidt (a. a. O.) bemerkt zu dieser Figur: „Wahrhaftig, auch nach unseren Begriffen wird, wenn durch Gravitation, durch Fluthwirkung eine geänderte Meeresfläche sich herstellt, der freie Fall sich stets senkrecht auf die Wasserfläche gestalten. Denn es wirken auf den fallenden Körper dieselben Zugkräfte, nach denen sich die flüssige Fläche formt. Hat sich eine dauernde Wasserkalotte gebildet, ohne dass eine kosmische Kraft dauernd einwirkt, so wird auch in der Gegenwart jener Erdscholle und jenem Wassertropfen nach einigem Besinnen nichts übrig bleiben, als divergirend zu fallen, die Erde der Erde, das Wasser dem Wasser zu". Es drängt uns, unumwunden zu gestehen, dass uns der Sinn zumal des letzten Satzes nicht ganz verständlich ist; Folgendes möge daher als Commentar dienen: Der Fall, der ja doch ausdrücklich ein freier sein soll, vollzieht sich, wie uns die analytische Mechanik lehrt, senkrecht zu der Gesammtheit jener Niveauflächen, welche den geometrischen Ort gleichen Potentiales repräsentiren. Construiren wir all' diese Normalen, so vereinigen sich dieselben sämmtlich in einem Punkte C zwischen A und B, der bei gegebenem Radius der beiden in Betracht kommenden Kugeln leicht anzugeben wäre; näherungsweise wenigstens, insofern bei grossen Distanzen die Anziehungsrichtung durch den Schwerpunkt hindurchgeht. Man würde nämlich zunächst den auf der Centrallinie AB gelegenen Schwerpunkt D der Lunula suchen; hat diese letztere den Flächeninhalt F und gilt σ als das spezifische Gewicht der Erde (Wasser $= 1$), ist endlich r der Halbmesser der festen Erdkugel, so gilt die Proportion:

$$AC : CD = F : r^2\sigma\pi.$$

Diesen Punkt C strebt somit der freie fallende Körper an, er möge bestehen aus welchem Stoffe er wolle. Wir sind fest überzeugt, dass *Schmidt* ganz derselben Ansicht ist, die wir soeben darzulegen suchten und dass die unglücklich dunkele Stylform obiger Worte wesentlich durch das Bestreben des Autors verschuldet ward, den allerdings reichhaltigen Stoff auf kleinem Raume zusammenzudrängen.*)

*) Hauptsächlich der angefochtene Satz war es auch, welcher uns in einer früheren Besprechung der *Schmidt*'schen Dissertation 68), die im Allgemeinen nur anerkennend ausfallen konnte, dazu vermochte, gegen die äussere Form der Darstellung eine gewisse Verwahrung einzulegen.

Dante's Conclusion nun ist in der Hauptsache, und sofern wir von der unseren Ohren etwas fremdartig klingenden Ausdrucksweise absehen, ganz die gleiche. Er vernichtet beide Hypothesen und findet 69), „dass die Wassersphäre ein überall gleiches, auf den Weltmittelpunkt bezogenes (horizontales) Niveau bildet". Dieser Weltmittelpunkt ist eben unser *C*. Somit scheint auch das — in dieser Ausdehnung freilich unrichtige — Corollar gegeben, dass mit Ausnahme der eigentlichen Küstenlinien kein Theil des Festlandes tiefer als die Meeresfläche gelegen sein könne. Auch die folgenden Schlüsse *Dante's* sind bemerkenswerth und in ihrer Art stichhaltig, dass nämlich jedes Einsinken von Festand in's Meer eine Verschiebung des Schwerpunktes nach der entgegengesetzten Richtung hin zur Folge haben müsse. Ja sogar davon scheint ihm eine Ahnung vorgeschwebt zu haben, dass diese Verschiebung eine minder beträchtliche sein würde, als wenn Land in sich selbst zusammensinkt; da ja beim Eintauchen eines grösseren Theiles der Oberfläche das Absolutgewicht der einsinkenden Continentalmasse eine gewisse Verminderung erleidet.

Nicht sowohl für die Geschichte der Erdkunde, als vielmehr für die der Physik verdient *Dante's* Gedankengang als hochinteressant bezeichnet zu werden. Wir stellen nämlich zuerst fest, dass ihm ein volles Verständniss der Wirkung einer Attraktionskraft inne wohnte. Jeder Körper wird, in diesem Sinne lässt sich seine Figur sozusagen umkehren, an sich nach der Symmetrieaxe des Massenkörpers angezogen; da zwei solche vorhanden sind,*) so ist die Resultante weder *ZA* noch *ZB*, sondern eine gewisse mittlere Linie *ZC*. Es fällt uns als ein merkwürdiges Spiel des Zufalls auf, dass *Dante's* Beispielfigur entsprechend interpretirt ganz das Nämliche besagt, was aller Wahrscheinlichkeit nach eine mysteriöse Zeichnung eines neueren Forschers besagen sollte. Unter den nachgelassenen Papieren *Immanuel Kant's* findet sich auch ein angefangener Aufsatz mit der Ueberschrift 70) „von der veränderlichen Richtung der Schwere". Den wenigen Worten ist unsere Fig. 7^b beigegeben und bemerkt, dass der Punkt *a* von

*) Der Schwerpunkt des Wassersegmentes ist freilich nicht einerlei mit dem Schwer- oder Mittelpunkt der imaginären Wasserkugel, doch kann der dadurch bedingte Fehler wegen des geringen Gewichtes der Flüssigkeit nicht viel ausmachen.

der um *c* beschriebenen aus concentrisch-homogenen Schichten zusammengesetzten Vollkugel angezogen werde. „Mithin, wenn die Erde in Ruhe ... so geht die verlängerte Gravitationsrichtung durch den Mittelpunkt *c*. Setzt aber, es sei durch" — hier bricht das Concept ab. Es scheint jedoch die Anlage der Verzeichnung keinen Zweifel übrig zu lassen, dass *Kant* etwa Folgendes zu erörtern vorhatte: Sobald aus der massiven Kugel eine kleine Vollkugel des Mittelpunkts *b* herausgenommen wird, so rückt die Anziehungsrichtung aus *ae* nach der anderen Seite fort, etwa nach *ad*. Wir glauben nicht befürchten zu müssen, unsere Deutung der beiden auch äusserlich ähnlichen Figuren einer allzugrossen Kühnheit bezichtigt zu sehen, und weisen mit Befriedigung auf die Ideeenverwandtschaft hin, welche zwischen zweien der schärfsten wenn auch sonst verschiedensten Denkern aller Zeiten, zwischen einem *Kant* und einem *Dante,* obwaltet — Männern, die auch sonst in der unvergleichlichen Universalität der Kenntnisse, durch welche beide sich auszeichnen, einen Punkt der Vereinigung finden. Ob *Dante* dabei den Punkt *C* mit dem Schwerpunkt des Gesammtgebildes selbst identificirt hat oder nicht, ist hierbei nicht völlig klar, doch wäre ihm auch der Fehler, wenn er es gethan hätte, wahrlich nicht hoch anzurechnen. — Ferner dürfen wir den genialen Polyhistor wohl auch in vollem Besitze derjenigen Kenntnisse denken, welche, modern gesprochen, auf der Lehre vom specifischen Gewichte der Körper fussen. *Schmidt* hält dafür, dass *Dante* aus *Petrus de Abano* geschöpft habe, und diess scheint auch uns sehr wahrscheinlich; indess dürfen wir auch nicht vergessen, dass der Begriff und Eigenname des specifischen Gewichtes um *Dante's* Zeit den Gelehrteren recht gut schon bekannt sein konnten. *Thurot* erzählt wenigstens in seiner trefflichen leider viel zu wenig bekannten Abhandlung zur Geschichte der Hydrostatik 71), dass zum ersten Male der völlig entsprechende Kunstausdruck „gravitas in specie" oder „gravitas secundum speciem" in einem dem dreizehnten Säculum entstammenden tractatus de ponderibus angetroffen wird. Wer sonach künftig eine wirklich umfassende Geschichte der mechanischen Principienlehre zu schreiben gedenkt, wird in drei Kapiteln den Namen des Dichterfürsten mit gebührenden Ehren zu nennen haben: in der Lehre vom Schwerpunkt, in der Lehre von der Anziehung und endlich wegen seines besonders klaren Blickes in der Lehre vom Gleichgewicht tropfbar flüssiger Körper. —

Allein selbst ein Mann von dem unbefangenen Urtheile *Dante's* konnte nicht umhin, bis zu einem gewissen Grade dem Zeitgeschmacke Rechnung zu tragen und für Thatsachen, deren physikalische Begründung ihm zum unveräusserlichen Ruhmestitel gereicht, nachträglich die in den Augen damaliger Gelehrten doch noch schwerer wiegende metaphysische Bestätigung auszumitteln. Auch ihm galt es als ausgemacht, dass zwischen dem Festlande und dem Fixsternhimmel ein innerer — vielleicht dem Magnetismus vergleichbarer — Rapport bestehe 72). Auf die für die Geschichte der gestaltenden Geographie hochinteressanten Beziehungen, welche nach *Schmidt* zwischen diesem Dogma und den damals geltenden Ansichten über die Ausdehnung der Länder sich nachweisen lassen, haben wir hier nicht einzugehen. *Dante's* ganze Eintheilung der Erdkugel, wie sie uns die zweite Figur des ersten Heftes kennen lehrte, lief darauf hinaus, eine ganze Halbkugel für seine mythologische Bewohnerschaft in Anspruch zu nehmen, und so blieb nur ein verhältnissmässig geringer Theil bewohnbaren Erdreichs übrig. Warum dieser und warum gerade so vorhanden, hätte dem, der überhaupt die faktische Kenntniss besass, wohl ziemlich gleichgültig sein können; allein da ward eben wiederum der peripatetische Drang rege, Alles und Jedes zu erklären, und auch ein *Dante* neigte sich vor dem Götzen der Mode, welchem sein Landsmann *Ristoro* so zahlreiche Opfer geschlachtet hatte. Die Erde bildet zwar, so hat er vorhin argumentirt, mit dem Wasser zusammen einen Körper, der von einer mathematischen Kugel nur sehr wenig verschieden; dass aber überhaupt diese Verschiedenheit da und die Erde nicht, wie es doch eigentlich nach *Aristoteles* Vorschrift sein müsste, völlig unter dem Wasserspiegel verborgen ist, dafür muss es einen Grund geben. Dieser Grund besteht in Folgendem 72): „Ursache jener lokalen Erhebung der Erde kann nicht die Erde selbst sein: Emporhebung ist eine Bewegung gegen die Schwere, Schwere ist die Natur der Erde. Auch das Wasser nicht. Denn indem es die Erde gleichmässig bedeckte, so hätte es, homogen wie es ist, an allen Stellen gleichmässig wirken müssen. Aus demselben Grunde sind auch die es umschliessenden Sphären der Luft und des Feuers ausgeschlossen". Da also nur das Ueberirdische noch bleibt, so werden jetzt die verschiedenen Bestandtheile des Himmels darauf durchgemustert, ob sie etwa an der Entwickelung des Festen aus dem Flüssigen betheiligt sein könnten.

Mond und Planeten müssen wegfallen, denn ihre Anziehung übt ja eher eine gegentheilige Wirkung aus, sie würde das Wasser über das feste Land emporheben. Noch weniger kann die in jeder Beziehung indifferente achte Sphäre eine Rolle spielen. „Es bleibt", wie *Dante's* eigene Worte lauten 73), „der Fixsternhimmel: an ihm erblicken wir denn Unterschiede in der Grösse und dem Lichte (der Farbe) der einzelnen Sterne, in ihrer Gruppirung zu Bildern... Und hier muss die gesuchte Ursache liegen". Und zwar gilt nur diejenige Zone als aktiv mitwirkend, welche vom Aequator und nördlichen Polarkreis abgegrenzt wird — ein offenkundiger Reflex der noch immer unerschütterten Theorie von der zona inhabitabilis.

Es möchte wie auch *Schmidt's* Schlusswort andeutet, fast eine Verstimmung hervorrufen, einem Mann, den man soeben erst auf den festen Pfaden der sicheren Induktion einherschreiten sah, gleich darauf wieder unruhigen Phantasmen nachjagen zu sehen. Wer historisch, d. h. gerecht zu urtheilen und auch im grössten Geiste doch immer das Kind seiner Zeit zu schauen gelernt hat, wird sich auch über diese nicht ganz unerwartete Anomalie hinwegzusetzen vermögen. Immer wird *Dante Alighieri* das unbestrittene Verdienst bleiben, die Zusammensetzung von Erde und Wasser ihrem Wesen nach richtig erkannt, den Begriff des Erdschwerpunktes in's richtige Licht gesetzt und vor Allem den Nachweis für den vorher ganz unverstandenen Satz erbracht zu haben, dass als Basis für die Messung von Höhen über der Erde einzig und allein die stets gleichbleibende Niveaufläche des Meeres gelten dürfe.*)

§ 9. Ob die von *Dante* gegebene Anregung weitere Kreise gezogen und ihren Zweck, wenn auch nur zum Theile, erreicht hat, wird sich nicht leicht klar stellen lassen. Die bekämpfte

---

*) Die alte Streitfrage hat in allerjüngster Zeit gewissermassen dadurch eine neue Auflage erlebt, dass zwischen einigen Geodäten und Astronomen Zwistigkeiten über die natürlichste Definition des Höhenunterschiedes zweier (nahgelegenen) Orte entstanden. Die Akten finden sich in den „astronom. Nachrichten." Uebereinstimmend mit den in diesem Paragraphen mehrfach ausgesprochenen Grundsätzen der modernen Geomechanik legt *Helmert* 74) durch jeden der beiden Punkte eine Fläche gleichen Potentiales und bezeichnet als Höhendifferenz das dazwischen befindliche Stück einer zu beiden Flächen gehörigen Normale.

Anschauung griff eben zu tief in das ganze Geistesleben und besonders auch in den Kreis jener Ideeen ein, welche man sich über den Naturhaushalt und über die bevorzugte Stellung der Lebewesen gebildet hatte, denen zu Liebe jene Ausnahme von der regelrechten Anordnung der Elemente ja eben in Scene gesetzt war. Einen recht augenfälligen Beweis, dass in der That diese Art von Teleologie ganz in der Sinnesrichtung jener Zeit lag, bietet uns *Robert von Lincoln.* Wird auch gewöhnlich der Tod dieses Mannes in das Jahr 1253 gesetzt, so hat doch andererseits *Cantor* 75) unlängst nachgewiesen, dass im Jahre 1271 ein Magister *Robert* aus England ein Buch über die Sphäre vollendet habe, und da man sonst über diesen Letzteren gar nichts in Erfahrung bringen kann, so dürfen wir ihn wohl mit jenem Ersten für die nämliche Person halten; auch *Santarem* 76) nimmt ihn zusammen mit jenen Männern, welche aus dem dreizehnten in's vierzehnte Jahrhundert hinüberleiten: mit *Brunetto Latini, Peter von Vinea, Cecco d' Ascoli* und *Dante.* Es ist sonach keineswegs unmöglich, dass er noch ein Zeitgenosse des Letzteren war. *Robert* nun erklärt zunächst, dass das Feuer die Luft in sich schliesse; alsdann fährt er fort 77): „Item superficies inter. k. l. m. et. n. k. p. semicircumferentiam contenta rotatione sua describet corpus cujus corporis figurae et situs similitudinem obtinet aqua. Circuitio iterum n. h. p. semicirculi describet corpus spericum in medio predictorum corporum. contentum cujus figurae et situs similitudinem obtinet terra. Verum tamen ut habitaculum et receptaculum haberent animalia terrena aqua in concavitate terrae recessit. et apparuit superficies terrae separata. Estque terra cum aquis in se contentis sicut spera terrae solum". Die Figuren, auf welche die Bezeichnung durch Lettern verweist, fehlen bei unserem Exemplare, sind jedoch auch nicht eben nöthig um zu erkennen, dass *Robert* die Wassermassen zum Theile in das Innere der Erdkugel hinein verlegt. Sollte er vielleicht die Bedeckung des Flüssigen als den kleineren Bestandtheil angesehen und somit das von *Dante* befehdete Weltbild geradezu umgekehrt haben?

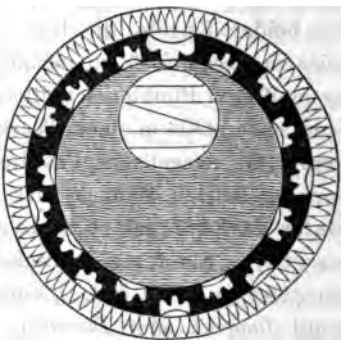
Darüber, dass theologische Spitzfindigkeit die nur schwach angedeutete Idee *Robert's* zur wissenschaftlichen Excentricitätslehre auszubilden vermochte, hat jüngst *Zoeckler* 78) höchst bemerkenswerthe Aufschlüsse geliefert. Er sagt von dem Spanier *Paul Burgensis,* der 1435 starb, Folgendes: „Besonderes Aufsehen erre-

die von ihm mit mathematisch-physikalischer Gelehrsamkeit entwickelte, aber doch seltsam naturwidrige Ansicht von der Art, wie Gott laut Gen. I, 9 die Scheidung des Wassers vom Lande oder die Bildung der Meere bewirkt habe: Gott habe die vorher den ganzen Erdball bedeckenden Gewässer zu einem besonderen Globus mit vom Erdmittelpunkt verschiedenem Centrum geballt; die beiden Kugeln, die Erd- und die Wasserkugel, verhielten sich seitdem excentrisch zu einander, so dass ihre Oberflächen einander an mehreren Punkten schnitten etc.“ Dieser kosmologische Exkurs fand seine Stelle in einem Werke, welches seine polemische Tendenz gegen die exegetische Postille des *Nicolaus de Lyra* kehrte, jenes sprachgelehrten Mannes, der in mancher Hinsicht für einen Vorläufer *Luther's* galt („Si Lyra non lyrasset, Lutherus non saltasset“). „Ein franziskanischer Ordensbruder des *Lyranus*“, fährt *Zoeckler* (a. a. O.) fort, „*Matthias Thoring* oder *Doring* (richtiger wohl *Doornik* oder *Toornik*), um 1440, trat diesen Angriffen des spanischen Erzbischofs auf den Postillator mittelst einer leidenschaftlich erregten Schutzschrift zu Gunsten desselben, betitelt Correctorium corruptoris Burgensis, entgegen. Er bekämpfte darin insbesondere auch die seltsame Wassersphärenhypothese mit scharfsinnigen Argumenten, wie z. B., bei solcher Verrückung des Mittelpunktes der Wassersphäre, wie der Burgenser sie behauptete, hätten nothwendig auch die Elemente des Feuers und der Luft eine Verrückung ihres Mittelpunktes erfahren müssen, wodurch das ganze Weltall in Verwirrung gerathen sein würde; nicht minder würde die behauptete Versetzung des Schwerpunktes des Wassers dessen Natur gänzlich alterirt oder vielmehr gänzlich verderbt haben, weil es nicht mehr nach dem Erdcentrum gravitirt, überhaupt also seine feuchte und kalte Wassernatur eingebüsst haben würde“. Also auch hier das alte Dogma!

Dieses letztere selbst tritt uns, wenn auch nicht in der alten Harmlosigkeit, bei einem paduaner Docenten aus der zweiten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts entgegen. *Franciscus Capuanus de Manfredonia* hiess der Mann, welcher das unzähligemal bereits edirte und mit Erläuterungen versehene Fundamentalwerk des *Sacro Bosco* durch einen neuen Commentar bereicherte 79). Im Texte nun des englischen Meisters wird anlässlich der Frage „Quae forma sit mundi“ Folgendes behauptet: „Quorum trium elementorum quodlibet terram orbiculariter undique circumdat:

nisi quantum siccitas terrae humori aquae obsistit ad vitam animantium tuendam". In diesen Worten ist noch keine Spur einer ungesunden Auffassung zu erkennen; der Commentator aber bestimmt sie näher durch ein Uebersichts-Schema, welches durch unsere Fig. 8 veranschaulicht ist. Das Erdcentrum steht darin vom Weltcentrum gerade um den halben Radius der Wassersphäre ab. Warum diese Lagerung gerade in diesem Sinne gewählt ist, darüber findet sich in der vorerwähnten Stelle des Commentars 79) kein näherer Aufschluss, vielmehr wird erst an einem anderen Orte eine längere Betrachtung über die wahre Gestalt der Wasseroberfläche eingeschaltet, welche *Sacro Bosco* einfach als sphärisch gekrümmt definirt hatte. Eine solche Krümmung, heisst es 81), könne unmöglich angenommen werden, denn die Geometrie lehre, dass zwei um den nämlichen Mittelpunkt beschriebene Kugelflächen einander nicht schneiden könnten, während man doch durch den Augenschein wisse, dass Festes und Flüssiges sich gegenseitig durchsetzen. „Sequitur aquam figura carere rotunda". Wie sich diese Abweichung von dem eigentlichen Bildungsgesetze der Elemente erklären lasse, sei nicht fraglich; es gäbe zwei Hauptgründe, deren einen wir als den physiologischen, den anderen als physikalischen bezeichnen möchten. Ersterer besteht darin, dass die meisten der erschaffenen Geschöpfe nur durch Lungen zu athmen vermögen und deshalb mit der freien Luft nothwendig in Berührung stehen müssen; physikalisch rechtfertigt sich nach der Ansicht älterer Meister, z. B. des *Petrus de Abano,* das Heraustreten des Erdreichs aus dem Wasser durch den Umstand, „quod terra non est sphaerica imo est oblonga: cujus centrum magnitudinis non est centrum gravitatis: et quod altera pars sit levior supereminens aquam: et ideo aqua non potest eam cooperire nisi ascendendo". Diese Anschauung von der geringen Dichtigkeit der festen Materie will übrigens dem *Capuanus* selbst nicht recht einleuchten. Er prüft deshalb einen weiteren Erklärungsversuch, welchem zufolge die kalte Natur der nördlichen Gestirne das — von Natur warme -

Fig. 8.



Wasser abstossen und verhindern soll, über den bewohnbaren (nördlichen) Theil des Festlandes emporzufluthen. Allein auch damit ist's nichts, denn, wenn sich Alles so verhielte, würde das flüssige Element niemals den ihm zukommenden tiefsten Ort einzunehmen im Stande sein. Wieder Andere wollen wissen, das Wasser, welches allerdings eigentlich den festen Erdkern rings umgeben sollte, werde an einzelnen Punkten durch die zahlreichen in jenem enthaltenen Hohlräume immer wieder aufgesaugt, und eine vierte Schule will statt dieses Einschluckungsprocesses eine stete Verwandlung in Dämpfe gesetzt haben. Alsdann formulirt der Berichterstatter einen für jene superkluge Zeit überraschend richtigen Schlusssatz, den sich aber auch gar manche neuere Weltverbesserer auf geologischem und astronomischem Gebiete gesagt sein lassen dürften: Ich glaube nicht, dass die betreffende Erscheinung einzig und allein durch einen der angeführten Gründe eine zureichende Erklärung findet, während in dem Zusammenwirken all' dieser Agentien allerdings die wahre Ursache gesucht werden kann. Auch die weiteren Ausführungen passen zu dem vernünftigen Anfang. Wenn das Wasser als rund bezeichnet wird, so soll damit zunächt nur gemeint sein, dass es eine Tendenz zur kugelförmigen Ballung in sich trage. „In hac parte nolo determinare an centrum aquae sit centrum mundi vel non: quia videtur esse extra propositum" 82).

Wir glaubten aus verschiedenen Beweggründen dem erläuternden Texte des *Capuanus de Manfredonia* eine besondere Beachtung widmen zu sollen. Denn einmal fesselt er uns durch seine eingehende geschichtliche Rekapitulation des Heeres von Hypothesen, welches zum Zwecke der logischen Durchdringung eines einfachen und der Erklärung weder bedürftigen noch fähigen Erfahrungsthatsache im Laufe der Jahre sich angesammelt hatte, dann aber gewährt seine transigirende Darstellung auch deshalb ein erhöhtes Interesse, weil wir aus derselben ersehen, wie die Lehre von der Excentricität der Land- und Wassersphäre immer mehr Boden verliert. Der Paduaner Professor hat noch nicht gänzlich mit derselben gebrochen, seine graphische Wiedergabe des Kosmos trägt ihr sogar noch ausgiebig Rechnung, allein zu erwärmen vermag er sich nicht mehr für eine bereits absterbende Idee; er versucht neutral zu bleiben, indem er die charakteristischen Worte ausspricht: Ich will keine Behauptung wagen über

die Lage des Wassercentrums gegen das Erdcentrum, vielmehr genügt mir die unangreifbare Wahrheit: „Aqua tendit ad rotunditatem".

Wir erfuhren weiter oben, dass *Dante's* Polemik nach zwei Seiten hin sich zu wenden hatte, nämlich einerseits eben gegen jene Excentricitätshypothese und andererseits gegen das Phantom einer blos örtlichen Meereserhebung. . Die beiden nächsten Paragraphe sollen nun den letzten Ausläufern dieser beiden Theorieen gerecht werden, und zwar wollen wir mit der ersten, die ja wissenschaftlich ohne allen Zweifel höher steht, den Anfang machen. Zwei bedeutende Männer sind es, an deren Namen unsere historische Untersuchung anzuknüpfen hat: der eine ein Gegner, der andere ein eifriger Vertheidiger einer Lehrmeinung, welche mit der ersteren zwar nicht absolut einerlei, wohl aber derselben nahe und in beachtenswerther Weise verwandt ist.

§ 10. Der Erstgenannte dieser Beiden ist kein Geringerer als *Nicolaus Copernicus*. In Anbetracht des fleissigen Studiums, welches in neuerer Zeit dem Werk des Reformators allseitig zu Theil geworden ist, muss man sich fast wundern, dass noch Niemand auf den sonderbaren Titel des dritten Kapitels vom ersten Buche aufmerksam geworden ist — wenigstens im Drucke —, denn dieser Titel findet eben nur in der vorstehend erzählten Geschichte der entgegengesetzten Ansicht seine naturgemässe Erklärung. Die Ueberschrift selbst lautet 83): „Quomodo terra cum aqua unum globum perficiat". Hier wendet sich nun *Copernicus* mit scharfem Angriff gegen die „etwelchen Peripatetiker", welche in missbräuchlichster Anwendung des Erfahrungssatzes, dass das Wasser specifisch um das Zehnfache leichter sei, als die Erde, des ersteren eine viel grössere Menge vorhanden sein lassen wollen als des letzteren, und in Folge dessen einen vom geometrischen Mittelpunkt der Lage nach verschiedenen Schwerpunkt setzen. Einige Kenntniss der Geometrie reiche für die Erkenntniss der Nichtigkeit dieses Wahnes aus, denn wer diesem anhängt, bedenkt nicht, dass sich Kugeln wie die dritten Potenzen ihrer Durchmesser verhalten, dass also, wenn wirklich jenes Verhältniss zwischen fester und flüssiger Materie bestünde, der Erdhalbmesser unmöglich die thatsächlich gefundene Grösse haben könnte. Und auch von einem Auseinanderliegen der beiden Centren kann keine Rede sein, da doch sonst eine immerwährende heftige Strömung des

Meeres sich fühlbar machen, ein steter Einbruch des Oceans in's Festland erfolgen müsste. Dagegen aber sprechen unzweideutige geographische Belege: „Iam vero constat inter Aegyptium mare Arabicumque sinum vix quindecim superesse stadia in medio fere orbis terrarum". Dass aber allerorts die zusammenhängende Wasserfläche durch Inseln unterbrochen sei, folge mit Gewissheit aus den Entdeckungen der Portugiesen, ganz besonders aber aus der Existenz Amerika's, eines Landes, das man seiner Grösse halber kaum mehr als Insel, sondern bereits als selbstständigen Erdtheil gelten lassen müsse. Es ist deshalb die Erde weder Scheibe, noch Hohlkugel, noch Cylinder, wie die alten jonischen und eleatischen Naturphilosophen glaubten 84), sondern eine wirkliche und vollkommene Kugel, Wasser und Festland zusammengenommen. „Ex his demum omnibus puto manifestum, terram simul et aquam uni centro gravitatis inniti, nec esse aliud magnitudinis terrae, quae cum sit gravior, dehiscentes ejus partes aqua expleri, et idcirco modicam esse comparatione terrae aquam, et si superficietenus plus forsitan aquae appareat". Man sieht dieser klaren schwülstigen Beiwerkes durchaus sich entschlagenden Entscheidung einer uralten Streitfrage an, dass sie von dem exaktesten Denker des Jahrhunderts herrührt, wie denn in der That den sachlichen Gründen des *Copernicus* auch nicht viel hinzugefügt zu werden braucht.

Einen hiervon wesentlich verschiedenen Standpunkt vertritt der Philosoph *Patritius*. Derselbe verdient unbedingt den Ruhm eines originalen und von der zeitgenössischen Art zu philosophiren wenig beeinflussten Denkers, der insbesondere keinen Anstand nahm, gegen stagiritische Lehrsätze heftigen Widerspruch zu erheben. So verwirft er die bekannte Elementenlehre, welche, wie uns mehrfache Beispiele gezeigt haben, einer ganzen Kette von Irrthümern zum Dasein verholfen hatte. „Er nimmt", sagt *Harms* 85), „vier andere Elemente an, den Raum, der Alles umfasst, das Licht, welches Alles erfüllt, den Fluss (Fluor), welcher alle veränderlichen Dinge hervorbringt, und die Wärme, die Begleiterin des Lichtes, welche alle Körper bildet und belebt". Für einen Mann, der so frei über die bislang kaum angezweifelte aristotelische Grundlage der Naturphilosophie dachte, fiel offenbar eine wesentliche Ursache des Irrthums in beregter Hinsicht fort; wenn derselbe also trotzdem mit entschiedener Neigung zum Anzweifeln

einen Satz erörtert, dem er selbst die ganz copernicanische Fassung 86) ertheilt „Docent, et Geographi, et Astronomi, et cum eis philosophi terram et aquam, unum conficere globum", so muss solches Beginnen gleich anfänglich unsere Neugier wecken. Und in der That war dieselbe berechtigt, denn wenn auch die Negation des richtigen Sachverhaltes zum Theil noch auf die sonst gewöhnlichen Scheingründe sich stützt, so bietet sie uns doch auch ein solch' buntes Gemisch von geistreichen und geradezu unsinnigen Bemerkungen, dass schon die Geschichte des menschlichen Geistes Recht und Pflicht besitzt, davon Notiz zu nehmen. Wir aber hielten eine eingehendere Darstellung an diesem Orte schon um desswillen für geboten, weil in unserem ersten Hefte ein so später und eifriger, ja erbitterter Gegner der Erdrundung mit Stillschweigen übergangen worden ist.

Patritius leugnet zunächst, dass das Wasser, sich selbst überlassen, die reine Kugelform anstreben müsse. Selbst Regentropfen auf Baumblättern haben nur soweit eine sphärische Begränzung, als sie mit der freien Luft in Berührung stehen, im Uebrigen eine ebene. Dass nicht einmal die frei fallenden Regentropfen wirkliche Kugeln sind, ergiebt sich aus der unregelmässigen Gestalt der aus solchen Tropfen zusammengeronnenen Hagelkörner! Noch weniger ernst dürfe man die Behauptung nehmen, in der Mitte eines Trinkgefässes stehe die Flüssigkeit höher als an den Wänden; diese durch Beobachtung gar nicht recht festzustellende Thatsache erkläre sich, falls sie wirklich und nicht blos nachträglich fingirt sei, ganz einfach durch den Widerwillen der Wandung, sich benetzen zu lassen. Dieselbe ist nämlich von Haus aus trocken; „eam siccitatem, aquae refugit tantisper humiditas". Und zum Schluss: was für winzige Wassermengen, Tropfen und dgl., bewiesen sei, brauche doch noch immer nicht für freie grössere Quantitäten zu gelten. Die zahlreich gegen die Kugelform des Wassers beigebrachten Gründe sind nun freilich etwas sonderbarer Natur, ja einer verdient sogar das Prädikat läppisch, der nämlich, dass auch mit der besten Wasserwaage*) kein Horizontalunterschied in den

*) Die hiebei gebrauchten Worte „libella aequissima" mögen als Beleg dafür dienen, dass, wenn auch die eigentliche Röhrenlibelle nach *Wolf's* archivalischen Nachforschungen erstmalig 1660 von *Chapotot* 87 construirt wurde, ähnliche Vorrichtungen doch schon weit früher zum

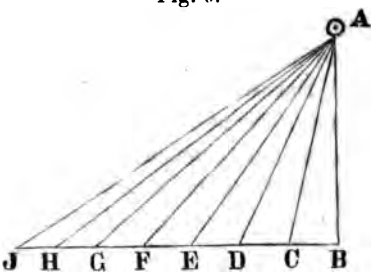
Gewässern eines See's, eines Sumpfes u. s. w. nachweisbar sei 88). Der archimedische Grundsatz, dass Wasser unter sonst gleichen Umständen stets dem tiefsten (zunächst am Erdmittelpunkt gelegenen) Orte zuströme, wird abgelehnt und sogar durch eine seinsollende geometrische Construktion als unhaltbar hinzustellen versucht. Der Refrain ist immer der gleiche: Des Wassers Oberfläche ist eben. Nicht uninteressant sind die zur Erhärtung dieser Behauptung gesammelten Nachrichten über die Sichtbarkeit weit entfernter Gegenstände zur See, denn es erhellt aus jenen, dass die Wirkung der terrestrischen Strahlenbrechung (fata morgana) damals bereits gut bekannt, wenn auch bei weitem nicht gleich gut erkannt war. Auf alle die weiteren theilweise recht spitzfindigen Einwände, wie z. B. dass doch ein schweres Schiff nicht aus eigener Kraft die vom Ufer aus ansteigende Wasserhöhe erklimmen könne, hier unser Augenmerk zu richten, verbietet sich von selbst, obwohl für die Geschichte gelehrter Irrthümer viel daraus zu lernen ist. Es ist betrübend mit ansehen zu müssen, wie ein scharfsinniger Mann, der entschieden schärfer als Andere nachzudenken und zu beobachten gewohnt ist, aus reiner Originalitätshascherei die einfachsten Wahrheiten der mathematischen und physischen Erdkunde über Bord wirft. Der Schluss des betreffenden Kapitels „de aquae rotunditate" lautet 89): „Priora illa ad aquae et marium, et Oceani rotunditatem destruendam et complanandam sunto, et rationibus, et experimentis demonstrata".

Dass bei solcher Prädisposition des Verfassers die dem nächsten Kapitel vorangestellte Frage „an aqua et terra unum efficiant globum" eine von derjenigen des *Copernicus* abweichende Beantwortung finden werde, liess sich erwarten. *Patritius* bewegt sich hier vornämlich in einem Kreise dialektischer Tüfteleien. Ein für jene Zeit sehr achtbares geographisches Wissen setzt ihn in den Stand, aus der Ausdehnung verschiedener Hochebenen den vermeinten Nachweis führen zu können, dass die gewöhnliche Ansicht, die Höhe der Berge und die Tiefe der Thäler kämen im Vergleiche zum Erdradius nicht weiter in Betracht, nichts als eine Ausflucht sei. Aehnlich übertriebene Genauigkeitssucht lässt ihn zwei benachbarten Vertikallinien, die ja Jedermann als parallel

gleichen Zwecke im Gebrauch waren. Wann der Name „Libelle" aufkam, weiss man nicht.

erkenne, die Möglichkeit absprechen, sich in einem erreichbaren Punkte zu schneiden. Ja selbst die nicht gut wegzuleugnende Erfahrung, dass dem nach Norden steuernden Seefahrer die Polhöhen stets grösser und grösser sich ergeben, soll ganz gut mit einer ebenen Wasserfläche vereinbar sein, denn stellt *JB* (Fig. 9) die Mittagslinie vor, so bestehen ja 90) die Ungleichheiten

Fig. 9.



$$\angle ACB > \angle ADB > \angle AEB > \angle AFB > \angle AGB > \angle AHB > \angle AJB.$$

Etwas mehr Werth darf die Polemik gegen das von *Aristoteles* herrührende aber auch von *Copernicus* und *Clavius* beifällig aufgenommene Argument in Anspruch nehmen, welches sich der Mondfinsternisse bedient. Denn daraus, dass der Durchschnitt des Erdschattenkegels mit der Mondscheibe eine Curve liefert, folgt noch lange nicht, dass Erde und Wasser einer und derselben d. h. aus dem nämlichen Centrum beschriebenen Kugel als Oberflächenbestandtheile sich einfügen müssen. — Consequenterweise führt uns somit *Patritius* in die Anschauungen einer längst entschwundenen Zeit zurück. „Igitur, et aqua in se, et terra seorsum, planam, et non sphaericam habent suam quaeque superficiem et simul unum corpus si efficiant, aut ut unum considerentur, id aggregatum, globum unius, ejusdemque superficiei, non formabunt“ 91).

Man sollte meinen, diese Ausdrucksweise wäre hinlänglich klar und bestimmt, und wer von *Patritius* auch nur das Wenige wüsste, was wir von ihm und seinem System zu berichten in der Lage waren, kenne den Mann gut genug, um zu wissen, dass derselbe an einen Mittelpunkt der Erde, resp. des Wassers gar nicht denken konnte. Allein trotzdem findet auch dieser letztere Begriff, der sich doch mit allem Früheren schlechterdings nicht reimen zu wollen scheint, seine Stelle, und recht bezeichnend ist es für die Verranntheit des Autors, dass er die physikalisch verworfenen und vernichteten Thatsachen durch eine metaphysische Hinterthüre wieder einzulassen sich gezwungen sieht. Seine Taktik,

diesen Schleichweg vor sich selber zu verbergen, muss unsere ganze Aufmerksamkeit erregen. Dieser Nachtrag findet sich abgetrennt von den bisher besprochenen Theilen im einunddreissigsten Kapitel 92) „de proprio terrae loco". *Zoroaster*, ein Philosoph, dessen Lehre *Patritius* so feurig zugethan ist, dass er ihr und ihrem mythischen Urheber eine selbstständige grössere Schrift 94) widmete, hat ausdrücklich die Erde in das Centrum des Universums gesetzt und das Wasser in die zu jener gehörigen Hohlräume verwiesen. Wenn also die Erde in jenem Punkte zugleich ihren natürlichen Schwerpunkt hätte, so könne doch für das Wasser nicht das Nämliche gelten. Allein wegen der früher nachgewiesenen gewaltigen Abweichungen von der reinen Kugelform, welche Berge, Schluchten und Tafelländer mit sich bringen, kann sich auch die feste Erdmasse unmöglich concentrisch um jenen Weltmittelpunkt zusammenballen. „Ex quibus sequitur necessario tria esse in mundo medio centra. Duo, aquae, et terrae inter se distantia et universi centrum ab utrisque distans". Damit aber sind wir offenbar zur alten Excentricitätshypothese, wenn schon unter einem ganz anderen Gesichtspunkt und durch von den gewöhnlichen sehr verschiedene Beweggründe geleitet, zurückgelangt. Jeder Gegenstand fällt seinem spezifischen Massenmittelpunkt zu, so dass also die Attraktion mehr unter dem Bilde einer chemischen Wahlverwandtschaft erschiene. Ganz ausdrücklich verwahrt sich der Autor gegen die Annahme, dass die im Mittelpunkt, der ja gar nichts weiter als ein mathematischer Punkt sei,*) concentrirt zu denkende Schwere auf Erde und Flüssigkeit wirke, denn etwas Schweres gäbe es überhaupt nicht, und Alles, was die griechischen

---

*) In dem Widerwillen gegen die so naheliegende und natürliche Wahrheit, dass wegen einer besondern Gruppirung der stofflichen Bestandtheile eines Körpers die Gesammtwirkung dieses letzteren auf Aussenkörper in einen bestimmten lediglich durch seine Lage, nicht aber durch irgend welche andere Eigenschaften, ausgezeichneten Punkt verlegt werden dürfe, begegnet sich *Patritius* mit einem gleich genialen und gleich willkürlichen Naturforscher — mit *Baco von Verulam*. „Deshalb treiben die Philosophen Possen, wenn sie sagen, dass, wäre die Erde durchbohrt, die schweren Körper aufhören würden, zu fallen, sobald sie zu dem Mittelpunkt gekommen wären" 94). Mit Recht weist *Kirchmann* (a. a. O.) darauf hin, dass damals ein *Kepler*, *Gilbert* und *Galilei* lebten!

ıker über schwere und leichte Materie gelehrt, sei nichts als ɔel und sonach zu verwerfen: „quod si omnino, omnis et gravitas levitas tollatur ex universo, quod *Plato* fecit, quod fecit *Aristoles,* ridenda erunt, quaecunque de gravitate, aut levitate terrae, quae, et aeris, centrisque tum eorum, tum universi sunt disputata“ 95).

Gestatten wir uns an dieser Stelle wieder eine kleine Ruhepause. Wie so oft mengt auch hier wieder *Patritius* Wahres mit Falschem, denn dass seiner Verwerfung des unheilvollen aristotelischen Gegensatzes leicht — schwer ein ganz richtiger Gedanke zu Grunde liegt, können wir nicht umhin zuzugeben. Natürlich geht er gleich wieder zu weit und benimmt sich durch seine Abneigung gegen den Fundamentalbegriff schwerer Körper selber die Möglichkeit, zwischen den beiden von ihm an zwei verschiedenen Orten ausgesprochenen und offenbar heterogenen Theoremen die von seinem eigenen Gewissen und Verstand geforderte Concordanz herzustellen. Jeder Leser wird wahrgenommen haben, dass die früher mit so viel Sophisterei durchgeführte Lehre von der planen Oberfläche des Wassers mit dem nachträglichen Zusatz von den zwei verschiedenen Centren, um welche herum Flüssiges und Festes gelagert sein sollen, durchaus unvereinbar ist und sein muss. Hören wir nun, durch welche Mittel ein Entkommen aus der selbst geschaffenen Sackgasse angestrebt wird, und bilden wir uns ein Urtheil über das Gelingen dieser Versuche.

Die Erde, heisst es jetzt, ist überhaupt von keiner regelmässigen Gestalt, besitzt sozusagen keinen selbstständigen Mittelpunkt, obwohl allerdings der wirklich vorhandene Mittelpunkt des Weltalls irgendwo im Innern ihrer Masse sich befinden muss. Hat sie auch eine Bewegung — und dass sie eine solche besitzt, ist wahrscheinlicher, als dass dem ganzen Firmament eine solche zugetheilt würde*) —, so bleibt doch auch bei dieser Bewegung

*) Diese Bewegung war selbstverändlich nichts als eine Axendrehung, denn wer das Weltcentrum nicht in der Sonne, sondern in der Erde sucht, kann eine eigentliche Translation dieser letzteren unmöglich zugeben. Immerhin möchte *Patritius* gleichzeitig mit *Reimarus Ursus* und von ihm unbeeinflusst jenes zwischen *Copernicus* und *Tycho Brahe* vermittelnde System geschaffen haben, welches als erste Abschlagszahlung an die Wahrheit zunächst die tägliche Bewegung der Gestirne abschaffte. Später haben dann noch gar manche andere Astronomen, wie

jener Mittelpunkt fest. Vom Wasser ist nur noch vorübergehend die Rede, insoferne es gelegentlich heisst 97): „Nec sola per se aqua globus est, neque cum terra conjuncta, globum unum efficit".

Aus diesem Labyrinth von Antinomieen einen Ausweg zu finden, ist offenbar unmöglich. Was sich *Patritius* von der Natur des Erdkörpers für eine Vorstellung gemacht hat, lässt sich ja am Ende aufklären; derselbe war ihm ein massiver, allseitig begränzter und (ungefähr, nicht aber genau) von der Hand des Weltbaumeisters in den Mittelpunkt seiner Schöpfung gestellter Klumpen. Die verschiedenen Theorieen über das Wesen und die Gestalt des Wassers in ein einheitliches Bild zu vereinigen, scheint hingegen unmöglich, wie denn auch die fleissigen Biographen des *Patritius, Rixner* und *Siber,* wohlweislich auf eine eigentliche Exegese der von ihnen übersetzten Stellen Verzicht leisten 98). Nur soviel steht urkundlich fest, dass dem istrischen Naturphilosophen die Lehre von der excentrischen Fügung der Erd- und Wasserkugel bekannt und zum mindesten ungleich sympathischer war als die von *Dante* und *Copernicus* befürwortete Anschauung, der zufolge die Aussenseite der Flüssigkeitshülle wie des Festlandes im Grossen und Ganzen nur eine einzige Kugelfläche ausmachen.

§ 11. Wir haben im vorigen Paragraphen die Ueberzeugung gewonnen, dass die mehr wissenschaftliche Abzweigung jenes falschen Systemes, gegen welches *Dante's* veroneser Rede Front gemacht hatte, noch bis tief in's sechzehnte Jahrhundert hinein eine gewisse Lebensfähigkeit bewahrte. Allein auch die noch ungleich phantastischere Auffassung des Meeres als einer theilweise über das sonstige Niveau hervorragenden massiven Wasser-Kalotte erhielt sich länger, als man glauben sollte, und kein Anderer, als der Entdecker Amerika's war es, der derselben durch seine gewichtige Stimme nochmals Leben einzuhauchen versuchte.

Die Motive des *Columbus,* welche ihn zu einer alten anscheinend längst abgethanen Irrlehre zurückgreifen liessen, waren zweifellos doppelter Natur. Wir dürfen, wenn auf diesen merkwürdigen Mann und seine ruhmreichen Entdeckungen die Rede kommt, niemals vergessen, dass derselbe in Bezug auf reelle

---

Longomontan und *David Tost (Origanus)* — welch' letzterer in *Wolf's* Bericht 96) unerwähnt bleibt — in diesem Sinne sich ausgesprochen.

Kenntnisse durchaus nicht auf der Höhe seiner Zeit stand und in astronomisch-nautischem Wissen mit anderen Berufsgenossen wie *Magelhaens, Vasco de Gama* u. a. sich keineswegs messen konnte. Vielmehr steht im ausgesprochensten Gegensatze zu seinem hohen natürlichen Muth sein durchgängig hervortretendes Bestreben, nicht sowohl aus dem offenen Buche der Natur, als vielmehr aus allerlei zweideutigen und dunklen Quellen einer veralteten Literatur die für seine Ziele nothwendige Belehrung zu schöpfen. Schon im ersten Hefte 99) ward gelegentlich auf die biographische Darstellung *Ruge's* verwiesen 100), in welcher die ganz eigenartigen Schlussfolgerungen, durch welche die unstreitig grossartigste Bereicherung unseres geographischen Wissens vorbereitet wurde, ihrem wahren Werthe oder Nicht-Werthe entsprechend gekennzeichnet werden. Wir glauben bei dieser Veranlassung nicht unerwähnt lassen zu sollen, dass neuerdings *Wappaeus* 101) den Entdecker gegen die Bemängelungen *Peschel's* und *Ruge's* in Schutz genommen hat. Allein auch für den Fall, dass ihm die Entkräftung einzelner Vorwürfe gelungen wäre, auch für diesen Fall gestaltet sich unser Urtheil über die abenteuerliche Kosmologie *Colombo's* kaum günstiger denn gerade die mathematisch-naturwissenschaftliche Seite wird auch von *Wappaeus* so gut wie gar nicht berührt, wohl in dem richtigen Bewusstsein, dass auf diesem Gebiete eine Ehrenrettung nur schwer zu erbringen sein werde.

Columbus stützte seine Behauptung, dass man ziemlich frühzeitig den Ostrand Asiens erreichen werde, zum Theil allerdings durch Aussprüche antiker Kosmographen und durch das treffliche vorahnende Gutachten *Toscanelli's*, theilweise aber vertraute er sich den schwankenden Weissagungen der Kirchenväter und anderer geistlichen Schriftsteller. Die halb religiösen halb physikalischen Mythen von einer Insel Antiglia, von einem Centralberge Arin im fernen Osten, dem man aber auch von Westen her sich werde nähern können, beherrschten seinen Vorstellungskreis. Am Kräftigsten, sagt *Satarem* 102), haben zur Ausbildung des Dogma's von der Erdkuppel Arin beigetragen das astronomische Werk des *Abul Hassan* von Marokko, eine Stelle des *Abulfeda* und ein Brief *Colomb's* an die Königin *Isabella*. Mit dieser Vorstellung aber verband sich, wie diess bereits früher hervorgehoben wurde, ein gewisser Zweifel an der reinen Kugelgestalt der Erde, und in der That macht bereits in dem von *Peter Alphons* (Ende des zwölften

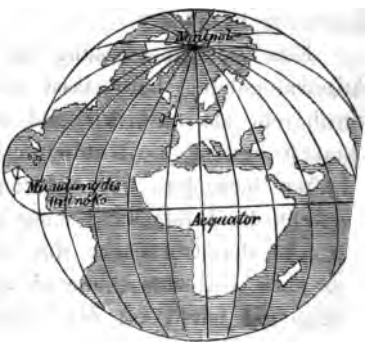
Jahrhunderts) herrührenden Zwiegespräche zwischen *Moses* und *Petrus* der Erstere, als ihm das Wesen der „Burg Aren" auseinandergesetzt wird, den Einwurf 103): „Cum enim dicis Aren in medio terrae positam significare videris ipsius terrae superficiem esse planam: ex ratione vero orientis et occidentis praemissa significaveras terram rotunditatem habere sphaericam". Um so schlimmer muss es erscheinen, dass sich in dem Kopfe des Conquistadors noch eine zweite irrige Meinung verwandten Charakters festgesetzt hatte. Als eine Hauptautorität galt ihm das apokryphe Buch Esra, minder wohl aus reiner Frömmigkeit, als weil die von ihm mit erklärlichem Eifer verfochtene geringe Ausdehnung des Weltmeeres einen der Stützpunkte der alldort vorgetragenen Schöpfungsgeschichte bildet. Nun zeigen sich aber die geringfügigen geographischen Aufschlüsse, welche die biblischen Schriftsteller, und unter ihnen *Esra,* zu gewähren vermögen, der Lehre von einer lokalen Wasseransammlung günstig. *A. von Humboldt* theilt 104) eine Notiz des Orientalisten *Rosenmüller* mit, welche auf diese von *Columbus* adoptirte Anschauung Bezug hat und folgendermassen lautet: „Die Hebräer hatten, wenigstens in ihren alten Büchern, durchaus keine numerische Angabe über die relative Ausdehnung der Continental- und Wassermassen; selbst die chaldäischen Paraphrasen und die talmudistischen und rabbinischen Schriften bieten bei der Beantwortung dieser Frage keine Hülfe dar; da aber die Juden die Gewohnheit haben, die Erdoberfläche in sieben Klimate einzutheilen, und da die Genesis (I, 9) angiebt, dass die Wasser an einem einzigen Orte versammelt worden sind, so dürfte es dem Geiste der talmudischen Exegese nicht zuwider laufen, diesen Ort der Wasseransammlung auf eine der sieben Zonen zu beziehen."

Eine Zusammenfassung der Ideeen, welche sich der spanische Admiral gebildet hatte, lässt uns erkennen, dass ihm zweierlei von vornherein als natürlich und wahrscheinlich vorkommen musste, nämlich erstens die Auffindung einer durch irgendwelche Eigenschaften besonders vor anderen ausgezeichneten Erdgegend, und zweitens die Entdeckung eines nicht blos scheinbar, sondern wirklich aus der Oberfläche des Meeres ansteigenden Wasserberges. Wer aber bestimmte Dinge mit allem Eifer sucht, geräth erfahrungsgemäss gar leicht auf den Glauben, dieselben auch wirklich gefunden zu haben. Und um so leichter wird ihm der Fund glücken,

wenn er mit den Grundbedingungen der in Frage kommenden Wissenschaft nur oberflächlich bekannt ist, ja sogar sich das Recht anmasst, eigenmächtig deren Gesetze ausser Kraft zu setzen. Das aber hat *Columbus* gethan! Denn als auf seiner ersten Reise der Stand des Compasses einmal nicht gehörig zu dem Orte stimmen wollte, an welchem man sich zu befinden glaubte, war jener gleich mit dem Erklärungsgrunde bei der Hand 105), „dass nicht die Nadel, sondern der Polarstern durch seine Umdrehung verschoben worden war". Mochte auch diese mehr als kühne Auslegung mehr auf das Schiffsvolk, als auf die eigene Ueberzeugung berechnet sein, so beweist sie doch unwiderleglich, dass man sich keinen Augenblick scheute, der Natur Zwang anzuthun. In diesem Sinne sagt auch *Humboldt* 106): „An die atlantische Curve ohne Deklination knüpften sich in der leicht erregbaren Phantasie des *Columbus* noch andere etwas träumerische Ansichten über Veränderung der Klimate, anomale Gestaltung der Erdkugel und ausserordentliche Bewegungen himmlischer Körper". Kurz gesagt, der phantastische Mann hatte Geist und Gemüth hinlänglich darauf vorbereitet, um seine beiden gehofften Entdeckungen zur That werden zu lassen — und sie gelangen ihm mit Einem Schlage.

Als er zum erstenmale (im Jahre 1498) dem südamerikanischen Continent sich näherte, überraschten ihn die Wassermassen, welche sich seinem Curs entgegen wälzten und — mitten im Meere — durch ihre geringe Beimischung von Salz seine Aufmerksamkeit erweckten. Kein Zweifel, diese Erscheinung vertrug sich nicht mehr mit der traditionellen Kugelgestalt der Erde, gegen welche ihm ja ohnehin so manche Bedenken schon aufgestiegen waren. Unter dem Eindruck dieser grossen Wahrnehmung schrieb er jenen denkwürdigen Brief an das heimische Herrscherpaar, in welchem u. a. zu lesen ist 107): „Die Küste von Paria liegt dem Himmelsgewölbe näher als Spanien. Die Erde ist birnenförmig gestaltet und verlässt die Kugelform in der Nähe des Stieles" — Orinoko-

Fig. 10.



Delta — „oder sie gleicht einem Balle mit der Warze einer Weiberbrust, und in der Gegend dieser Warze, nämlich nahe dem Aequator im indischen Ocean, am Endpunkt des Morgenlandes, schwillt sie auf und nähert sich am meisten dem Himmel". Fig. 10 ist bestimmt zur Veranschaulichung dieser sonderbaren Hypothese.

Es ist die Ansicht ausgesprochen, dass auf den *Columbus* die Weltkarte des *Andreas Bianco* nicht ohne Einwirkung geblieben ist, welche nach *Santarem's* 108) ausführlicher Beschreibung die vier paradiesischen Flüsse aus dem im äussersten Osten befindlichen Eden hervorstürzen lässt. Wollte man diess zugeben, so möchte vielleicht noch eher an das ältere Planisphär des *Jean de Beauveau* gedacht werden, in welchem der von *Colomb* beliebte Vergleich der Erde mit einer Frucht vielleicht zum erstenmale vorkommt 109). Allein wir dürfen billig daran zweifeln, dass der nicht zum Gelehrten, sondern zum Seemann erzogene Mann auch in späterer ruhiger Zeit die in den Bibliotheken vergrabenen handschriftlichen Schätze genauer zu untersuchen Gelegenheit gefunden habe.

Wir hoffen vorstehend die Triebfedern, welche die längst erledigte Irrlehre von einer in das Erdmassiv excentrisch eingeschobenen Wasserkugel auf's neue zu kurzem Leben erweckten, genügend charakterisirt zu haben. *Columbus* erscheint uns als ein durchaus eigenartiger wenn auch unrichtig gebildeter und vielfach überspannter Kopf, der in den manchen aussergewöhnlichen Verhältnissen, unter denen zu arbeiten und zu kämpfen er gezwungen war, ausreichende Entschuldigung für seine Extravaganzen findet. Unter diesen Gesichtspunkt fällt auch die Vertheidigung, welche ein sonst oft unnachsichtlich scharfer Kritiker, *Alexander v. Humboldt,* dem Andenken des *Columbus* betreffs jenes Irrthums widmen zu sollen glaubte 110). Wir aber wollen noch einmal ganz speciell die Thatsache betonen, dass uns in dem kühnen Seehelden der letzte wissenschaftliche Vertreter jener alten Anschauung entgegentritt, welche für die Gesammtmasse des auf der Erdoberfläche vertheilten Wassers zwei verschiedene Schwerpunkte festsetzte, einen allgemeinen und einen örtlichen.

§ 12. Im Allgemeinen darf eine richtige Einsicht in die Vertheilung des Flüssigen und Festen um die Wende des fünfzehnten Jahrhunderts und in der ersten Hälfte des folgenden als ziemlich allseitig verbreitet angenommen werden. *Bernardinus Telesius,*

der 111) ein selbstständiges Schriftchen „über das Meer“ schrieb, erklärt ausdrücklich die Gewässer für einen integrirenden Bestandtheil des Erdkörpers, dessen Materie unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen sich möglicherweise in Wasser verwandeln könne 112). Auch glaubte er an ein gleichmässiges Niveau aller Meerestheile. Diese Vermuthung suchte dann später *Varenius* 113) zum exakt begründeten Fundamentalsatze der vergleichend-physikalischen Erdkunde zu erhöhen, und in der That muss man gestehen, dass Rückfälle in jene mehrerwähnten Ketzereien immer unmöglicher wurden, seitdem jener gleichmässig durch Raisonnement wie durch Erfahrung unterstützte Lehrsatz zur allgemeinen Anerkennung durchgedrungen war.

Eine isolirte Stellung, wie immer in ähnlichen Fragen, nimmt *Lionardo da Vinci* ein. Auch ihm hatten paläontologische Studien, denen er sich in den Appenninen mit Vorliebe hingegeben zu haben scheint, die Beschäftigung mit solchen Gegenständen nahe gelegt. Indem er mit Energie die absurden Märchen zurückweist, denen zufolge Muscheln und Petrefakte durch irgendwelche geheime Kräfte der Natur erzeugt worden sein sollen, fährt er fort 114): „das Meer ändert das Gleichgewicht der Erde. Die Austern, die Muscheln, welche im Schlamme des Meeres leben, bezeugen uns die Veränderung, welche die Erde um den Mittelpunkt der Elemente herum erlitten hat . . . Da ist also ein Theil der Erde leichter geworden, welcher sich immer erhebt, während die entgegengesetzten Theile sich mehr und mehr dem Mittelpunkt der Erde nähern, und das, was ehemals der Grund des Meeres war, ist der Gipfel der Gebirge geworden“.

In der That sehen wir hier (a. a. O.) „Ansichten ausgesprochen, welche sich recht gut — wenigstens soweit sie mechanisch sind — mit den jetzt in der Geologie herrschenden Ansichten über Erosion, Transportation und Sedimentation vertragen“. Wir erinnern nur an die von *John Herschel* erdachte, von *Peschel* rektificirte Hypothese einer Schwankung von Festlandmassen um horizontale Axen. Jedenfalls hat der grosse Künstler, den wir seiner Zeit 115) dem copernicanischen Gedanken aus eigener Initiative so nahe kommen sahen, sehr wohl erkannt, dass durch ein wie immer veranlasstes Ansteigen des Wassers eine Verrückung des Schwerpunktes aus seiner bisherigen Lage heraus mit bedingt sei; allein sehr richtig fühlt er auch heraus, dass dann an anderer Stelle eine Bewegung im

entgegengesetzten Sinne eingeleitet und dadurch jener Verschiebung entgegengearbeitet werden wird. Dass er — im Einklang mit gar vielen Schöpfungstheorieen neuerer und neuester Zeit — sich ein Versinken schwerer Körper nach dem Mittelpunkt der Erde hin etwas gar zu leicht und einfach*) vorgestellt hat, thut seinem übrigen Verdienste keinen Eintrag; vielmehr muss *Lionardo's* Namen auch unter den Gelehrten obenanstehen, welche über die Wechselbeziehungen der festen und flüssigen Erdmaterie zum gemeinsamen Schwerpunkte zutreffende Lehren ausbildeten und verbreiteten.

§ 13. Wir befinden uns nunmehr im Bereiche eines fortgeschritteneren Zeitraums. Das siebzehnte Jahrhundert, dem die exakten Wissenschaften eine so folgenreiche und fundamentale Umgestaltung ihres ganzen Anschauungskreises zu danken haben, hat im Allgemeinen mit zu wichtigen Dingen zu thun gehabt, um Nebenfragen von untergeordnetem Charakter eine besondere Beachtung widmen zu können. Wir sind in Folge dessen auch nur zwei Männer namhaft zu machen in der Lage, welche sich über die Vertheilung der festen und flüssigen Erdbestandtheile in einer Weise äusserten, die uns dazu berechtigt, ihnen überhaupt einige Kenntniss von dem Wesen der einst so berühmten und nun schon fast verschollenen Streitfrage zuzuschreiben. Der Eine dieser Beiden ist der Züricher Theolog *Hottinger,* gest. 1667, der, wie uns *Zoeckler* 117) berichtet, eine „theologisch-philologische Prüfung der Schöpfungsgeschichte" veröffentlichte und in dieser auf die in § 9 geschilderten Behauptungen des Spaniers *Paulus Burgensis* näher eingeht. Er widerlegt unserem Gewährsmann zufolge die von Jenem aus theologischen Scheingründen wieder aufgewärmte Excentricitätshypothese, indem er gleichzeitig auch die Ansichten einzelner Kirchenväter über den Niveau-Unterschied der Meere zu widerlegen unternimmt. Es ist diese kritische Regung eines Gottesgelehrten aus der dunkelsten Zeit des Protestantismus gewiss recht bemerkenswerth, um so mehr, weil er sich nicht auf die sonst allein üblichen metaphysischen Kampfesmittel beschränkt, sondern

*) Obwohl nämlich gar manche moderne Physiker, unter ihnen sogar ein *W. Thomson,* erstarrte Oberflächentheile einer heissflüssigen Kugel vermöge ihrer Schwere bis zum Centrum hin untersinken lassen, so stellen sich doch gleichwohl einem solchen Process gegründete Bedenken mechanischer Natur entgegen 116).

auch Reiseberichte und die darin niedergelegten Beweise des Augenscheines herbeizuziehen nicht verschmäht. Gleichwohl aber dürfen wir von einer solchen Gelegenheitsäusserung irgendwelche Beeinflussung Anderer nicht erwarten.

Um so mehr freilich sollte diess von dem Zweiten der beiden Vertreter ihres Jahrhunderts erwartet werden dürfen, der niemand anders als *Isaak Newton* ist, wüssten wir nicht mit aller Bestimmtheit, wie unglaublich lange Zeit das unsterbliche Werk über die mathematischen Grundlagen einer neuen strengeren Naturphilosophie nöthig hatte, um sich einen auch dann noch immer sehr kleinen und gewählten Leserkreis zu erwerben. *Newton,* so glauben wir behaupten zu können, war die von *Dante* bekämpfte Lehre keineswegs unbekannt; anstatt jedoch in eine ausführliche Diskussion gegen und über dieselbe einzutreten, verwerthet er dieselbe, geistreich wie immer, zur Feststellung einer Thatsache, deren Bestätigung durch das Experiment noch nahezu hundert Jahre auf sich warten lassen sollte. Ein Lehrsatz des dritten Buches „über das Weltsystem" sagt aus, dass die Bewegungen der Planeten im Himmelsraume sehr lange in der bisherigen Weise fortdauern können; als Beleg hiefür wird angeführt, dass die im Verhältniss zur Himmelsluft doch ziemlich dichte Erdatmosphäre der Bewegung einer Wasserkugel einen sehr unbedeutenden Widerstand entgegensetzte. Die Dichtigkeit der Erde aber — und der Analogie zufolge auch die der übrigen Planeten — sei eine erheblich grössere als diejenige des Wassers, so dass der Widerstand „in der Himmelsgegend, wo das Gewicht des Mittels, in welchem die Planeten sich bewegen, in's Unendliche abnimmt, fast = 0 sein muss". Man erkennt, dass die bedeutende Differenz zwischen der specifischen Schwere der Erdmasse und derjenigen des Wassers den Hauptstützpunkt dieses Beweises bildet; zur Erhärtung dieser Annahme stellt *Newton* folgende Betrachtung an 118):

„Die Erdkugel ist weit dichter, als wenn sie ganz aus Wasser bestände; diess zeige ich folgendermassen. Bestände sie ganz aus Wasser, so würde es Körper geben, welche weniger dich wären, und wegen ihres geringeren spezifischen Gewichtes vo selbst an die Oberfläche kommen und oben schwimmen müsste Aus demselben Grunde würde eine ganz von Wasser umgebe Erdkugel an einer Stelle oben schwimmen, wenn sie lockerer Wasser wäre, und jenes Wasser sich gänzlich an der entgeg

gesetzten Seite ansammeln. Eine gleiche Schlussfolgerung gilt für unsere Erde, welche grösstentheils vom Meere umgeben ist. Wäre sie nicht dichter als dasselbe, so würde sie oben schwimmen und nach Verhältniss der specifischen Leichtigkeit zum Theil aus dem Wasser heraustreten, welches sich gänzlich in den entgegengesetzten Gegenden ansammeln würde. Durch ein ähnliches Raisonnement kann man den Schluss ziehen, dass die Sonnenflecken leichter seien als die leuchtende Materie der Sonne, auf welcher sie schwimmen. Ferner muss bei jeder beliebigen Bildung eines Planeten, welche man ursprünglich als flüssig annimmt, die schwerere Materie in der Mitte gelegen haben".

Aus dieser Darlegung geht unzweideutig hervor, dass *Newton* eine Figur, ähnlich derjenigen, welche wir oben bei *Capuanus de Manfredonia* kennen lernten, bei seinem Beweise vor Augen hatte. Mit kurzen Worten resumirt würde sein apagogischer Schluss etwa so lauten: Wäre die Erde in Wirklichkeit leichter als das Wasser, so wäre jene mittelalterliche Annahme von der excentrischen Lage der Erd- und Wassersphäre ganz berechtigt; nun wissen wir aber, belehrt durch die mannigfachsten physikalischen und geographischen Thatsachen, ganz bestimmt, dass von einer solchen Anordnung keine Rede sein kann: also war auch die obige Annahme über das Dichtigkeitsverhältniss von Erde und Wasser eine falsche. — Erwähnen wollen wir wenigstens der wirklich divinatorischen Aussage über die Wesenheit der Sonnenflecken, deren Richtigkeit, wie auch *Wolfers'* Commentar 119) bemerkt, erst seit der hohen Ausbildung der Spektroskopie zugegeben zu werden beginnt.

Gewissen Nachklängen der vorstehend geschilderten *Newton*'schen Gedankenreihen werden wir im folgenden Jahrhundert begegnen.

§ 14. Es bot sich eine erste Gelegenheit zu solcher Anknüpfung, als im Jahre 1751 der Abbé *La Caille* seinen ersten Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse seiner berühmten Kap-Reise veröffentlichte 120). Unter seinen vielen Absichten befand sich auch die, eine Gradmessung auf der zu diesem Zwecke noch gar nicht herangezogenen Südhalbkugel in's Werk zu setzen. Es geschah diess auch, allein die unter $33^0\ 18'$ gemessene Länge eines Grades von 57037 Toisen liess sich den anderwärts gefundenen Dimensionsverhältnissen des Erdkörpers in keiner Weise

anpassen. Wir wissen heutzutage, dass *La Caille's* Messung falsch war; eine Reihe anderer südlich vom Aequator vorgenommener Operationen — u. a. von *Maclear* in der Nähe von jener ersten französischen Basis — hat uns davon zur Genüge überzeugt. Der damaligen Zeit aber bot *La Caille's* Name alle erforderliche Sicherheit für volle Exaktheit, und anstatt die Thatsache als solche anzuzweifeln, glaubte man mit ihr rechnen und in einer Anomalie der Erdstruktur den Erklärungsgrund suchen zu müssen. Nach *Kästner's* Angabe 121) hat *Klügel* eine hierauf bezügliche Untersuchung mathematisch durchgeführt und dabei gefunden, „das feste Land habe keine regelmässige Krümmung, und die südliche*) der Erde mit der nördlichen nicht einerley Gestalt". Natürlich musste die Frage, wie denn diese Verschiedenheit auf physikalischem Wege erklärt werden könnte, gar mannigfache Lösungen hervorrufen, von denen uns freilich nur die eine oder andere bekannt ist. Eingehend beschäftigt sich mit ihr *L. Röhl,* ein verdienter Mathematiker des vergangenen Jahrhunderts, dessen Lehrbuch der exakten Erdkunde selbst für unsere Zeit noch entschiedenen Werth besitzt 122). Der dritte Abschnitt des zweiten Bandes behandelt die „Abtheilung der Erdoberfläche in Wasser und Land", und da heisst es denn 123) zum Schluss:

„Man hatte sehr lange eine Muthmassung, dass es gegen den Südpol noch ein grosses festes Land gäbe, und suchte dieselbe aus Theorie sowohl als Anleitungen von allerhand Erfahrungen zu bestärken, und verschiedene Gelehrte traueten ihnen ein grosses Gewicht zu. Ein Körper kann sich selbst gelassen nicht ruhig hangen, so lange die Richtung der Schwere nicht mit dem Durchmesser der Schwere zusammen trifft, und wenn man sich zwo ungleichartige Halbkugeln von gleicher Grösse zusammengesetzt vorstellet, so wird eine solche Kugel nicht ruhig hängen, bis die Axen dieser Halbkugeln mit der Richtung der Schwere zusammenfallen, und die schwerere dem Punkte, gegen welche sich die Schwere äussert, näher gebracht ist, als die leichtere. Wenn man hiernach unsere Erde betrachtet, so findet man auf der nördlichen Halbkugel mehr bekanntes Land, als auf der südlichen. Es liegt, nämlich wenigstens drey und ein halb mahl soviel bekanntes Land nördlich von der Linie als südlich von

*) *Kästner* hat hier offenbar das Wort „Hemisphäre" ausgelassen.

derselben. Da nun Erde, Steine, Ertze und der grösste Theil anderer fester Körper, woraus der Erdkörper zusammengesetzt ist, viel schwerer als Wasser ist, so scheint es, dass das Gleichgewicht, welches wir aus ihrer gleichförmigen Bewegung um die Axe, aus ihrer Lage gegen die Sonne und aus ihrer Bewegung um dieselbe wahrnehmen, nicht bestehen könne, wo wir nicht gegen Süden ein grosses Land annehmen".

Allein, meint *Röhl* weiter, da die Reisen *Cook's* für diese Hypothese so gar keine Bestätigung geliefert hätten, so dürfe man derselben kein allzugrosses Gewicht beilegen, denn es könne ja sein, dass die durch die ungleiche Austheilung von Land und Wasser bedingte Excentricität des Erdschwerpunktes durch innere Dislokation der Materie oder sonstwie von der Natur ausgeglichen worden sei. Man bemerkt, dass in *Röhl's* Darstellung zwei Kreise verschiedener Ideeen sich berühren, erstlich die soeben erst bekannt gewordene Anschauung von dem irregulären Bau der antarktischen Halbkugel, zweitens die *Newton'sche* Lehre, dass eine polare Ansammlung der Gewässer durch die specifische Leichtigkeit der Festlandmassen veranlasst sein müsse, gegen welche dann doch wieder gleichmässig Augenschein und Versuch zeugten.

Vermuthlich nicht ohne Einfluss ist *La Caille's* Irrthum auch auf die von *Wrede* aufgestellte geologische Theorie geblieben, denn diese findet in der angeblichen Heterogeneität der beiden Hemisphären ihre beste Stütze. „Als eine sinnreiche Hypothese", berichtet *Muncke* 124)*), „kann es betrachtet werden, wenn *Wrede*

*) Mit dem Referat *Muncke's* stimmen freilich die bei einer anderen Gelegenheit vorgetragenen geologischen Anschauungen *Wrede's* nicht recht überein; eine Controle des ersteren war uns nicht möglich, da wir uns den fraglichen Aufsatz nicht zu verschaffen vermochten. In jener zweiten Abhandlung nun, welche die Eiszeit und die erratischen Blöcke der norddeutschen Ebene zum Vorwurf hat, behandelt *Wrede* ausführlich die Erklärungsweisen, welche man zu seiner Zeit schon für die eigenartigen klimatischen Verhältnisse der Tertiärzeit ausgesonnen hatte. Er spricht da auch von einer Verrückung des Erdschwerpunktes, welche durch Ansammlung von Wasser und Eintauchen von festem Boden provocirt sein könnte, weist aber dann selbst diesen Gedanken zurück und wendet sich einer Veränderlichkeit der Ekliptikschiefe zu 125). „Gehen wir dagegen von einer ehemals grösseren Schiefe der Ekliptik aus: so lässt sich nun für's zweite ein sehr befriedigender Grund angeben, warum die Frühlingsfluthen zur damaligen Zeit weit stärker ausfallen, und durch ihr Höhenwasser in den Felsengebirgen weit gewaltigere Zerstö-

die Frage aufwirft, ob sich eine veränderliche Excentricität des Schwerpunktes unserer Erde annehmen lasse. Wäre dieses, so liesse sich leicht zeigen, dass dann das Meerwasser an einer Seite der Erde 12000 und viel mehrere Fuss höher stehen musste, als an andern, um bei einer verhältnissmässig nicht grossen Excentricität des Schwerpunktes das Gleichgewicht herzustellen. Wollte man aber ferner eine Veränderung dieser Excentricität durch Verrückung des Schwerpunktes von einer Seite nach einer andern und nach der entgegengesetzten annehmen, so liesse sich hieraus leicht erklären, warum in den verschiedensten Theilen der Erde die Petrefakten auf den höchsten Bergen gefunden werden, und die Niederschläge aus dem Meere in manchen Lagerungen der Gebirge kenntlich sind."

Ansichten von der Art, wie wir sie hier vernehmen, führen uns bereits in die modernen Theorieen und in das Getreibe der soeben um die Oberherrschaft kämpfenden Parteien. Ehe wir jedoch mit den früheren Stadien der Geschichte unseres Problemes abschliessen, bleiben uns noch die anscheinend isolirten Anschauungen eines berühmten Mannes zu schildern übrig, welche weniger ihres inneren Werthes halber als wegen des Namens ihres auf anderem Gebiete hochverdienten Urhebers unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen müssen.

§ 15. Die „Hydrogéologie" *Lamarck's* enthält eine mit offenbarer Liebe ausgeführte Untersuchung über den Einfluss der flüssigen Erdhülle auf das Trockene — zweifellos eine zielbewusste Vorarbeit für die späteren so bedeutsamen Studien über die Entstehung und Entwickelung der Organismen. Durchaus Autodidakt und speziell mit den exakten Wissenschaften nicht besonders vertraut, konnte *Lamarck* nicht umhin, mit den Lehrsätzen der physischen Geographie dann und wann in Conflikt zu gerathen, wie auch andererseits das genannte Werk 126) durch seinen fast gänzlichen Verzicht auf Citate und sonstige Nachweise den originalen — freilich aber auch einseitigen — Standpunkt seines Ver-

---

rungen anrichten konnten, wie gegenwärtig. Wegen der damaligen weit kälteren Temperatur in jeder gemässigten Zone während des Winters, wenigstens was die hohen Gegenden betrifft, musste auf diesen letzten weit mehr Schnee und Eis gefrieren, als jetzt . . ." Auch dieser Erklärungsmodus ist, wie sich bald zeigen wird, nicht ohne Nachfolger geblieben.

fassers deutlich hervortreten lässt.*) Im zweiten Kapitel führt ein besonderer Abschnitt die an *Dante's* Kampfobjekt gemahnende Specialüberschrift 128): „Tant que les mers auront un bassin particulier, c'est-à-dire, ne formeront pas autour du globe une enveloppe générale liquide, le centre de forme de ce globe ne sera jamais exactement le même que son centre de gravité".

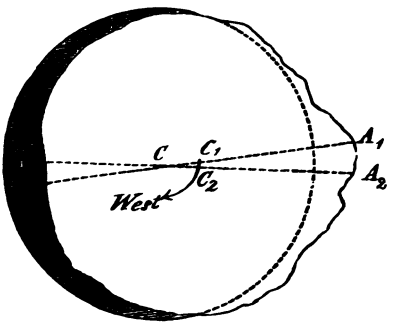
Dass eine solche Verschiedenheit vorhanden, versteht sich von selbst; nur scheint *Lamarck* darin zu irren, dass er sich dieselbe beträchtlicher und darum auch folgenreicher vorstellt, als sie in Wirklichkeit ist. So lässt auch seine Begründung manches zu wünschen übrig. Zwischer der Masse (?) der Erdradien und deren Länge soll ein wechselndes, ungleichartiges Verhältniss bestehen, in Folge dessen zwischen dem Schwerpunkt und dem „Form-Mittelpunkt" nicht minder eine örtliche Differenz bemerkbar wäre. Immerhin kann dieselbe niemals zu einer bedeutenden Grösse anwachsen, da das Erdinnere eine dichte Masse von der ungefähren Schwere des Quarzes oder Glases („quartzeuse et même totalement vitreuse") darstellt und die spezifisch leichteren Stoffe lediglich an der Oberfläche sich befinden. Diese nie ganz auszugleichende excentrische Lage der beiden ausgezeichneten Punkte muss es bewirken, dass die Drehungsaxe unseres Planeten nicht genau durch den geometrischen Mittelpunkt hindurchgeht, resp. mit der Symmetrie-Axe nich genau coincidirt, und wenn auch diese Verschiebung ihrer Kleinheit halber für kürzere Zeiträume die Rotationsdauer nicht zu stören im Stande ist, so ist eine derartige Wirkung im Verlaufe grosser geologischer Perioden um so sicherer fühlbar. Die Gesetzmässigkeit dieser Einwirkung sucht sich unser Autor etwa folgendermassen zurechtzulegen.

Um den Ort des Schwerpunktes für einen gegebenen Augenblick zu finden, suche man auf dem Globus die Stelle der absolut grössten Meerestiefe, in deren Antipodenpunkt hypothetisch die mächtigste Entwickelung des Festlandes verlegt wird. Fig. 11,

*) Der ganze Cyklus *Lamarck*'scher Neuerungen auf allen Feldern der Naturkunde bildet den Gegenstaud eines ziemlich umfassenden für das grössere Publikum berechneten Aufsatzes von *A. Lang*, welcher kürzlich erschienen ist. Was die für uns besonders wichtigen Partieen betrifft, so sind dieselben in der Darstellung des Autors, trotz dessen auf Gemeinverständlichkeit abzielender Tendenz, keineswegs zu kurz gekommen, sondern ebenfalls recht klar auseinandergesetzt 127).

deren auffallende Aehnlichkeit mit Fig. 4 sofort in die Augen springt, würde ungefähr den Gedankengang *Lamarck's* wiedergeben, welcher selbst auf jedwede graphische Versinnlichung verzichtet. *C* sei der Mittelpunkt der Gestalt, B_1 die momentan tiefste, A_1 die entsprechend höchste erreichbare Erdstelle; dann wird der Schwerpunkt C_1 auf der Geraden B_1A_1, jenseits von *C*, gelegen sein. Der Ocean selbst bleibt aber nicht immer der gleiche, vielmehr ist den Erdgewässern in Folge der Anziehung des Mondes eine — übrigens nicht mit den Erscheinungen der Gezeiten zu verwechselnde — langsame Bewegung gegen Westen eigenthümlich, welche mannigfache Erosionswirkungen mit sich bringt. Die Ostseite der Länder wird allmählig vom flüssigen Elemente überdeckt und angenagt, an der Westseite hingegen treten die Gewässer langsam zurück, und so kann ein Punkt, der mit Bezug auf das momentane Niveau des Meeres höher als alle übrigen ist, diese seine auszeichnende Eigenschaft nicht immer beibehalten, vielmehr überträgt sich jene auf einen anderen westlich von ihm gelegenen Punkt. Mit anderen Worten: Sowohl die absolut grösste Bergeshöhe, als auch die absolut grösste Meerestiefe sind nicht unveränderlich, sondern wandern im Laufe der Jahrtausende um die ganze Erde herum. Hat aber demnach B_2 die Stelle von B_1, A_2 diejenige von A_1 eingenommen, so kann auch der Schwerpunkt nicht mehr in C_1 liegen; er ist nach C_2 verschoben und allgemein muss er eine stetige Curve beschreiben, deren Tangente stets nach Westen zeigt. Nunmehr wird man den etwas dunklen Schlusssatz *Lamarck's* 129) richtig verstehen: „Et l'on conçoit que le centre déplaçable, qui est nécessairement opposé aux plus grandes profondeurs de l' Océan, aura fait une révolution complète autour du centre de la forme, lorsque l' Océan aura achevé sa révolution autour du globe; révolution qu'il paraît avoir faite au moins une fois".

Fig. 11.



Auf die organologischen und anderweiten Consequenzen dieser

Lehre dürfen wir nicht näher uns einlassen. Wie viel Unbewiesenes und Unmögliches darin enthalten, erkennt ohnehin jeder Leser selbst. Doch steht der immerhin geistvollen und einheitlich durchgeführten Hypothese mancher von den Einwürfen nicht mehr entgegen, welche jener älteren Excentricitätstheorie vorgehalten werden mussten, da eben *Lamarck* den statischen Elementen dynamische zu substituiren verstand. Auch hat *Lang* entschieden Recht, wenn er am Schlusse seiner eigenen Analyse sich dahin ausspricht 130): „Vergleichen wir *Lamarck's* Hydrogéologie mit den zu seiner Zeit in Mode stehenden Theorieen, so hat sie neben vielen anderen besseren Gedanken hauptsächlich das grosse Verdienst, zur Erklärung blos heute noch wirkende Ursachen und Kräfte herangezogen und auf das Falsche der Lehre von den allgemeinen und plötzlichen Katastrophen hingewiesen zu haben". Man muss auch gestehen, dass diese Beschränkung auf rein irdische Kraftquellen für damals einen nicht zu verachtenden Fortschritt andeutet. Wäre freilich *Lamarck* auch noch ein wenig Mathematiker gewesen, so hätte er bei den grossen Männern dieses Faches, die sich gleichzeitig mit ihm in der Metropole befanden, Aufschluss gesucht und gefunden, ob die von ihm supponirten Verhältnisse, deren Richtigkeit zugestanden, denn auch so gewaltige Umwälzungen veranlassen könnten. So war schon zwei Jahre vor dem Erscheinen der Hydrogeologie der erste Band der unsterblichen „Mécanique céleste" an's Licht getreten, deren zweites und fünftes Buch von all' den Schwankungen, denen der Schwerpunkt unserer Erde faktisch unterworfen ist und sein kann, jede nur wünschenswerthe Auskunft giebt. Wie unglaublich viel dazu gehört, um eine auch nur einigermassen erkennbare Verrückung der Axe hervorzubringen, hat etwas später *Bessel* 131) nachgewiesen.

Erwähnt sei noch, dass in allerneuester Zeit ein hervorragender Astronom, ähnlich wie diess *Lamarck* that, eine von der Symmetrieaxe der Erde abweichende Drehungsaxe angenommen hat 132). Diese natürlicherweise analytisch strenge vertretene Behauptung hat indess bislang anscheinend nur Widerspruch gefunden und wenig Aussicht auf späteren Erfolg.

§ 16. Unsere Darstellung hatte sich weiter oben mit gewissen hypothetischen Wasseransammlungen zu beschäftigen, welche nach der Ansicht einiger orientalischer Naturforscher unter dem Einfluss der Sonne an dem dem Perihel zugekehrten Erdpole stattfinden

sollten. Wir erinnerten damals daran, dass ein wesentlich dem entsprechender Vorgang auch von neueren Gelehrten ihren Erklärungen gewisser geologischer Fakta zum Grunde gelegt werde. So heisst es auch in *Peschel-Ruge's* Werk, nachdem von *Demitschki's* Anschwellungshypothese die Rede gewesen 133): „Diess ist die älteste Anregung der bekannten *Adhémar*'schen Hypothese, die übrigens vor *Adhémar* schon *de Bergh, Leopold v. Buch's* Freund und Gefährte, ausgesprochen hatte". Ueber den Ort, wo diese allererste Formulirung erschien, sowie über die sonstigen Modalitäten dieser Anschauung *de Bergh's* schweigt leider das uns als Quelle dienende Buch vollständig, und so sehen wir uns denn in die Nothwendigkeit versetzt, gleich in die neuesten Phasen fraglicher Theorie einzutreten.

Wir gedenken uns zu dem Ende den Stoff in der Weise einzutheilen, dass wir diesen Paragraphen selbst der älteren von *Adhémar* herrührenden Fassung, den folgenden aber den verschiedenen insbesondere von *Croll* und *Pilar* an dieser angebrachten Modifikationen, und einen dritten endlich den kritischen Erörterungen widmen. Vor Beginn dieser Arbeit haben wir jedoch eine Ehrenpflicht zu erfüllen und einem Gelehrten, dessen Fleiss uns die eigene Thätigkeit ungemein erleichtert hat, öffentlich die starke Benützung seiner Schrift zu bescheinigen; es ist diess die vor wenigen Jahren erst erschienene historisch-kritische Monographie von *Pilar* 134), deren zweite Hälfte ungefähr die nämliche Tendenz befolgt, welche dieses letzte Drittel unserer eigenen Untersuchung anstrebt. Doch hoffen wir, dass ebenso, wie unsere Schilderung der durch *Dante's* Namen bestimmten Periode neben derjenigen *W. Schmidt's* eine selbstständige Existenz wird beanspruchen können, so auch in diesem Falle eine nochmalige Durcharbeitung des Gegenstandes nicht nutzlos sein werde — ganz abgesehen davon, dass für eine abgeschlossene und abgerundete Skizze der durch die Titelworte umschriebenen Fragen eine solche Rekapitulation für uns zur unabweisbaren Pflicht geworden ist. Es sei uns gestattet, etwas weiter auszuholen.

Die Begründung einer wissenschaftlichen Gletscherlehre durch *Venetz, Rendu* und *Désor*, die Erkenntniss einer in früheren geologischen Zeitabschnitten durch den grössten Theil von Europa sich erstreckenden Vergletscherung hatten die bisher meist nebensächlich behandelte Frage nach den sogenannten Eiszeiten in den

Vordergrund gerückt. Während eine stattliche Reihe von Forschern nach rein irdischen Ursachen für diese gewaltigen Kälteperioden der Vorzeit sich umsah und solche in dem Wehen oder, besser gesagt, Nicht-Wehen gewisser Winde aufgefunden zu haben glaubte, wagte im Jahre 1842 ein französischer Mathematiker, der bis dahin hauptsächlich durch deskriptiv-geometrische Arbeiten bekannte *Adhémar*, den kühnen Griff, jene mehrfach erwähnten Vermuthungen über eine unregelmässige Vertheilung des Erdwassers in eine der Zeit angemessene Form gebracht zur Grundlage eines kosmischen Erklärungsversuches der Eiszeiten zu erheben 135). Mehrfach befehdet hat dieselbe doch auch zahlreiche begeisterte Anhänger gefunden, von denen — nach *Pilar's* Angabe 136) — Einzelne, wie *Julien* 137) und *Le Hon* 138) in eigens zu diesem Zweck bestimmten Schriften für die Grundsätze ihres Meisters eingetreten sind.

Wie *Pilar* (a. a. O.) annehmen zu dürfen glaubt, wirkte auf *Adhémar's* Ideeengang besonders anregend und befruchtend jener berühmte Vortrag *Alexander's v. Humboldt* über die neu von ihm geschaffenen Isothermen ein, in welch' letzterem die durch *La Caille* in die Wissenschaft eingeführte Gegensätzlichkeit der beiden Erdhalbkugeln vom Standpunkt der Wärmelehre aus untersucht, bewahrheitet und auf den längeren Winter der antarktischen Gegenden zurückgeführt worden war. Diesen Unterschied entsprechender Jahreszeiten nahm *Adhémar* zum Ausgangspunkt seiner Theorie. Er fand durch direkte Summirung, dass auf der Südhalbkugel im Durchschnitt 170 Stunden mehr auf die Nacht, als auf den Tag fallen, während sich natürlich auf der Nordhalbkugel dieses Verhältniss geradezu umkehrt. Da in der Nacht eine stetige Ausstrahlung in den Weltraum stattfindet, so wird sich im Norden ein wirklicher Ueberschuss von Wärme dem Süden gegenüber herausbilden können und müssen. Dieser Gegensatz wird sich in der Umgebung der beiden Pole am fühlbarsten machen müssen; am Nordpol wird die Eisdecke schwächer, am Südpol dagegen stärker und ausgedehnter werden, und sonach der Gesammtschwerpunkt aus dem eigentlichen Mittelpunkt heraus gegen Süden abgelenkt werden. Durch diese Translokation wird auch das Meeresniveau im gleichen Sinne verlegt und dergestalt natürlich eine massenhafte Eisbildung nur gefördert. Nun ist jedoch die erwähnte ungleiche Vertheilung von Nacht und Tag keine dauernde, sondern

eine periodische von der Ellipticität der Erdbahn abhängige Erscheinung, welche sonach aequidistanten Maximis und Minimis unterworfen sein wird. Vor ungefähr zehntausend Jahren nahm unsere Halbkugel die Stelle ein, an welcher wir gegenwärtig die südliche erblicken; im dreizehnten Jahrhundert hatte letztere ihre grösste Vereisungs-Phase und nach beiläufig 9900 Jahren wird unser Erdtheil wieder an die Reihe kommen. — Das Verdienst einer ungezwungenen nirgendwo auf abenteuerliche transscendentale Faktoren sich berufenden Erklärung der bekannten Thatsachen wird auch der *Adhémar* nicht streitig machen, der im Uebrigen den kritischen Standpunkt festhält.

§ 17. Wer die beiden vorhergehenden Paragraphen mit einander vergleicht, dem muss sich die Wahrnehmung aufdrängen, welche unseres Wissens noch nirgends gemacht worden ist, dass zwischen *Lamarck* und *Adhémar* eine unmittelbare Verbindung besteht, dass Letzterer die bezüglichen Spekulationen seines Vorgängers gekannt haben muss und vor Allem darauf ausgieng, die angeblich dem Wasser imprägnirte Tendenz durch eine allgemeingültige kosmische Ursache sicher zu stellen. Bei dem Mathematiker ganz ebenso, wie bei dem Naturhistoriker, beschreibt der Schwerpunkt eine ungefähre Kreisbahn um den geometrischen Mittelpunkt, deren Durchlaufung natürlich Jahresmyriaden in Anspruch nimmt. Nimmt man aber einmal überhaupt solche Prämissen aus der kosmischen Physik herüber, theilt man den Constellationen wahrnehmbare mechanische Einwirkungen auf die Oberflächenverhältnisse unseres Erdplaneten zu, so muss man zu dem Schlusse gelangen, dass *Adhémar's* ausschliessliche Berücksichtigung der variablen Apsidenlinie eine gewisse Einseitigkeit verräth, dass vielmehr noch gar manche andere Beziehung astronomischer Natur mit gleichem Rechte herangezogen zu werden verdient. Die Ehre, eine in diesem Sinne gemeinte Erweiterung der *Adhémar*'schen Principien angebahnt und durchgeführt zu haben, gebührt *James Croll.*

Leverrier hat im Jahre 1843 in der „Connaissance des Temps" über die numerischen Resultate einer Untersuchung berichtet, welche an eine ältere Arbeit von *John Herschel* über die Veränderlichkeit der Erdbahn-Excentricität 139) anknüpft. *Croll* reproducirt diese Zahlen in folgender Weise 140): „According to the calculations of *Leverrier,* the superior limite of the earth's

excentricity is 0,07775, and the inferior limit 0,003314. The excentricity is at present diminishing, and will continue to do so during 23,980 years from the year 1800". Diese allerdings beträchtliche Verschiedenheit der Erdellipse zu verschiedenen Zeiten soll sich nach zwei Seiten hin klimatisch fühlbar machen, indem einerseits während ein und desselben Monats die Erde nicht immer das gleiche Quantum Sonnenwärme empfängt, andererseits der Unterschied zwischen Sommer- und Wintertemperatur immer kleiner und kleiner wird. Für den Fall freilich, wo die Ellipse von der reinen Kreisform sich nur wenig unterscheidet, wird der normale Gang der Jahreszeiten nicht wesentlich gestört werden, um so tiefeingreifender aber wird sich der Gegensatz gestalten, wenn eine bestimmte Hemisphäre im Sommer das Perihelium, im Winter das Aphelium erreicht.

Nicht allein in seinem Vaterlande, sondern auch auf dem Kontinent fand die Hypothese *Croll's* manchen Anklang, und selbst Männer, die den Universalerklärungen im Allgemeinen nichts weniger als günstig waren, zollten Beifall, so z. B. *Lyell* 141). Auch liess es *Croll* nicht an Bemühungen fehlen, seine Theorie durch neue Beweisstücke immer mehr zu kräftigen. In einem zweiten Aufsatze 142) theilt er eine theilweise von *Stone* ausgearbeitete Tabelle mit, welche jeweils für eine Gruppe von 10000 Jahren (Epoche 1800) die Excentricität und Perihellänge der Erde liefert. Eine vierte Spalte zeigt, um wie viel Tage immer der Winter den Sommer übertrifft, eine fünfte enthält die Anzahl der Grade, um welche die mittlere Temperatur des Winters mit dem steigenden Argumente der vorhergehenden Rubrik steigt, mit dem fallenden fällt. Im übrigen berücksichtigt dieser zweite Artikel besonders die Verhältnisse des Golfstromes, denn *Croll* schreibt die klimatischen Variationen der Vorzeit nicht, wie *Adhémar,* lediglich der durch die Eisbedeckung eingeleiteten Verschiebung des Erdschwerpunktes zu, sondern legt auch ein Hauptgewicht darauf, dass während der Eisperiode eines bestimmten Erdtheiles die warmen Meeresströmungen ihren Kreislauf vollständig geändert haben müssen.

Nachdem der englische Geolog sich einmal mit dem Gedanken vertraut gemacht hatte, dass in der Periodicität gewisser coelestischer Verhältnisse auch der Schlüssel zur causalen Erkenntniss periodischer Umwälzungen der Erdoberfläche gegeben sei, durfte er folgerichtig nicht auf halbem Wege stehen bleiben. *Laplace*

hatte seiner Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass die sogenannte Ekliptik keine unveränderliche Stellung im Raume behaupte, sondern mit einer wirklich unveränderlichen Ebene, deren mathematische Fixirung eine der schönsten Errungenschaften der „Mécanique céleste" bildet, Winkel von abwechselnder Grösse einschliesse. Dieses Phänomen verwerthet *Croll* ungefähr in nachstehendem Sinne 143). Legt man die Schiefe des Jahres 1801 als normalen Stand zu Grunde, so beträgt die Amplitude der Schwankung im positiven wie negativen Sinne $\frac{1}{2}(1^0\ 22'\ 34'')$. Nun hat *Meech* 144) auf analytischem Wege festgestellt, dass, wenn die dem Aequator im Laufe eines Jahres zugesandte Wärmemenge unter dem Bilde von 265,24 „thermal days" dargestellt wird, auf die Pole nur 151,59 solcher Wärmetage entfallen. Lassen wir jedoch die Ekliptikschiefe möglichst gross werden, so geht das zur Zeit gültige Verhältniss über in das folgende: 363,51 : 160,04, und das Verhältniss der den Pol gleichzeitig treffenden Sonnenstrahlen im gegenwärtigen und im Augenblick des Maximums wird etwa 18 : 19 sein. „The poles would then be receiving nearly as much heat as latitude 76^0 is receiving at present". Durch die mit der veränderlichen Ekliptik zusammenhängende Alteration des Sonnenstandes und Sonnenlaufes soll die Mitteltemperatur der Polargegenden nicht wesentlich geändert, wohl aber durch die grössere Sommerhitze um ein Beträchtliches erhöht werden können. „We may therefore conclude that when the obliquity of the ecliptic was at a maximum, and the pole receiving $\frac{1}{18}$ more heat than at present, the temperature of the poles sught to have been about 14^0 or 15^0 warmer than at the present day, provided of course, that this extra heat was employed wholly in raising the temperature" 145). —

Die Theorieen *Adhémar's* und *Croll's* besitzen offenkundig verschiedene nahe Berührungspunkte. Gleichwohl tritt dieser Rapport in den Arbeiten des Letzteren nicht eigentlich hervor; vielmehr spielt in denselben die Vereisung der Pole und die davon angeblich abhängige Versetzung des Erdschwerpunktes durchaus nicht jene massgebende Rolle, wie in dem Systeme des französischen Physikers. Andererseits aber leuchtet ein, dass alle die verschiedenen Erklärungsweisen recht wohl zusammen bestehen können, und es mag sonach als eine nicht undankbare Aufgabe erschienen sein, die noch fehlende Verbindung herzustellen und

das fundamentale wenn schon einseitige Princip *Adhémar's* mit den feineren Detailstudien *Croll's* in Beziehung zu setzen. Solches geschieht in dem fünften, sechsten und siebenten Abschnitt 146) der mehrerwähnten Monographie von *Pilar*.

Derselbe geht von der Thatsache aus, dass jene Zuspitzung der Kontinente auf der Südhalbkugel, auf welche als auf etwas nicht Zufälliges bereits *Baco von Verulam* und *R. Forster* aufmerksam gemacht hatten 147), durch den geographischen Charakter jener Halbkugel bedingt und durch die von *Adhémar* aufgestellte Relation zwischen der Vertheilung von Land und Wasser innerhalb einer bestimmten Zone causal gerechtfertigt sei. Dieses Verhältniss erkläre dann auch zureichend die einer mächtigen Eisentwickelung besonders günstigen Zustände des Südens. Im Vergleich mit den Eismassen der nördlichen Polarzone, vorab Grönland's, werde das antarktische Polarland doch immer noch von einem ungleich dichteren Mantel gefrorenen Wassers umhüllt sein. Während *Croll* 148) die senkrechte Erhebung des angeblich über Nordgrönland lagernden kompakten Eishügels zu 10000 englischen Fussen berechnet, glaubt er die analoge Constante am Südpol gar zu 12 englichen Meilen (nahezu zwei Myriameter) annehmen zu müssen. Allein sollten nicht, diesen Einwand macht sich *Pilar* selbst 149), die mannigfachen sekundären Einflüsse, welche aus der Anordnung der festen Bestandtheile zu den flüssigen und speziell aus der Lage der Welttheile nothwendig entfliessen möchten, jene primärkosmischen Wirkungen ununterbrochen durchkreuzen, trüben, ja gänzlich unsichtbar machen? Durch die Lage des sogenannten Kalmengürtels glaubt er das Gegentheil erweisen zu können. Bezeichnet man nämlich mit T und t bezüglich die im Perihel und Aphel auf die Erde fallenden Wärmequantitäten, mit x die geographische Breite der eigentlichen Kalmenlinie, so gilt die Formel

$$\operatorname{tg} x = \frac{T-t}{T+t} \operatorname{tg} 66^0\,33',$$

und aus dieser würde allerdings hervorgehen, dass jene Zone zwar unter allen Umständen auf der Nordhalbkugel liegt, ihr Abstand vom Aequator aber der Grösse der Excentricität nahe proportional ist. Sonach sind 150) die Kalmen „ihrer Natur nach die Grenzscheiden der Wirkungssphären beider atmosphärischen Cirkulations-

gebiete, und schon gegenwärtig existirt keine Gleichheit zwischen beiden, da das südliche mindestens um ein Siebentel grösser ist als das nördliche Cirkulationsgebiet, was ganz der Idee entspricht, die wir uns von der auf der südlichen Halbkugel in Folge grösserer Wärme-Differenz waltenden Energie der Passatwinde gebildet haben". Diese Differenz und die darauf beruhende massenhafte Condensation von aus dem Norden zugeführten Wasserdämpfen müsste sich nun wohl einer aussergewöhnlich intensiven Eisbildung günstig erzeigen. Allerdings sind die Nordpassate von Haus aus, wie auch *Jentsch* gegen *Adhémar* erinnert, warme Winde, allein von dieser Wärme soll nach *Pilar's* Ansicht der überwiegend grösste Theil durch Strahlung wieder verloren gehen. Um über die Dicke der Eisschicht ein ungefähres Urtheil zu erlangen, denkt der Verfasser die relativ geringe Menge von 55 Kubikmyriametern in Form von Schnee als Jahresbeitrag der bereits vorhandenen Masse hinzugefügt und berechnet hieraus die Dimensionen der supponirten Kuppel. „Da die Abplattung der Erde", sagt er 151), „etwa 4,45 Myriam. beträgt, so würde diese erwähnte Aufschüttung von Eis in den Polarregionen nicht einmal die Linie der vollen Rundung erreichen, geschweige denn überschreiten; etwas Unnatürliches, Uebertriebenes oder gar Unmögliches kann sie also auf keinen Fall genannt werden".

Wie unter diesen Voraussetzungen die Schlussfolgerung lauten wird, lässt sich unschwer absehen. Durch ein einhelliges Zusammenwirken der verschiedensten kosmischen Momente ist jene Eisverschalung am Südpol zu Stande gekommen, von deren Beschaffenheit und Ausdehnung wir soeben Näheres erfahren haben. Durch unmittelbaren Vergleich mit der attraktiven Wirkung des Mondes wird dann darzuthun versucht, dass ein solcher Körper den Schwerpunkt der Erde energisch an sich ziehen und somit auch zu einer Umsetzung der Meere Anstoss geben müsse. Gelegentlich weist *Pilar* auch noch auf die muthmasslich ähnlichen Oberflächenverhältnisse des Planeten Mars hin und schliesst damit seine interessanten Versuche ab, eine Concordanz zwischen den Ansichten *Adhémar's* und *Croll's* zu Stande zu bringen, durch welche die Erklärung der historischen wie prähistorischen Eiszeiten*) eine unverbrüchliche Basis gefunden haben soll.

---

*) *Croll* hat auch den Versuch gewagt 152), das Alter, resp. die

§ 18. Die Aufgabe dieser Schrift ist zunächst keine kritische. Hier aber, wo von einer geradezu berühmt gewordenen Theorie die Rede ist, durch welche eine starke chronische Alteration des Erdschwerpunktes in Folge von — wenn auch in einen anderen Aggregatzustand übergegangenen — Flüssigkeitsmassen postulirt wird, hier halten wir es für zweckmässig, auch den Widerlegungsversuchen ihr Recht zu lassen und hiemit eine Darlegung unserer eigenen Bedenken zu verbinden.

Wenn wir zunächst die drei astronomischen Ursachen, welche *Adhémar* und *Croll* als massgebend betrachtet wissen wollen, jede für sich gelten lassen, so brauchen wir doch noch keineswegs überzeugt zu sein, dass die Wirkungen in der geforderten Weise sich kumuliren müssen. Es wäre ja an sich sehr denkbar, dass die beiden Componenten des Excentricitätswechsels und der variablen Ekliptikschiefe nicht, wie doch bisher stillschweigend vorausgesetzt, die Summe zur Resultante ergäben; es könnte ja vielleicht auch die Differenz oder wenigstens irgend ein dem behaupteten Gesammtresultat ungleich weniger günstiger Mittelwerth herauskommen. Um Zweifel dieser Art zu entkräften, müssen von den Vertretern der Eishypothese noch weit bestimmter die astronomischen Epochen der in Frage kommenden Veränderungen bemerkt und unter sich verglichen werden, als diess bisher geschah. Allein auch die Zahlwerthe, mit denen *Croll* operirt, sind trotz des mit dem Namen *Leverrier* verbundenen Ansehens keine so feststehenden Errungenschaften, um Folgerungen, wie sie weittragender gar nicht gedacht werden können, auf sie zu gründen. *H. J. Klein* spricht sich 155) über die mathematische Basis des gesammten Hypothesencyklus, wie solche in den Untersuchungen von *Leverrier*, *Stone* und *Stockwell* zu suchen ist, in folgender wohl zu beherzigender Weise aus: „Alle diese Resultate sind insofern

---

seitdem verflossene Zeit, nicht blos relativ, sondern auch absolut nach Erdjahren für die Eisperioden abzuschätzen, indess kann man aus den kolossalen Differenzen, welche sich je nach Annahme der einen oder anderen Hypothese herausstellen, recht wohl ersehen, dass für ein so kühnes Unternehmen die Zeit noch nicht gekommen ist. Im Widerspruch mit den meistentheils herausgerechneten kolossalen Zeiträumen glaubt *Kner* 154) aus sagwissenchaftlichen Gründen sich zu der Meinung berechtigt, dass die letzte Vereisung Nord-Europa's gar nicht so sehr weit hinter uns liege.

illusorisch, als die den Berechnungen zu Grunde liegenden und nur aus Beobachtungen bestimmbaren Grössen (Planetenmassen etc.) keineswegs jenen fast absolut zu nennenden Grad von Genauigkeit besitzen, der unumgänglich nothwendig ist, sobald es sich um Perioden von so unfassbar langer Dauer handelt wie die in Rede stehenden. Aber noch mehr. Bei allen Untersuchungen von Art der vorgenannten, wird der Weltraum als absolut leer betrachtet. Diese einschränkende Annahme ist nicht richtig, aber es ist die einzige mögliche, da wir von der Dichte des die Himmelsräume erfüllenden Mediums nur wissen, dass sie ungemein gering ist. Wenn daher die Vernachlässigung der hieraus entspringenden Wirkungen für Zeiträume von einigen Jahrtausenden auch gestattet sein mag, so ist sie doch vollkommen unzulässig, sobald Perioden von Millionen Jahren umfasst werden sollen".

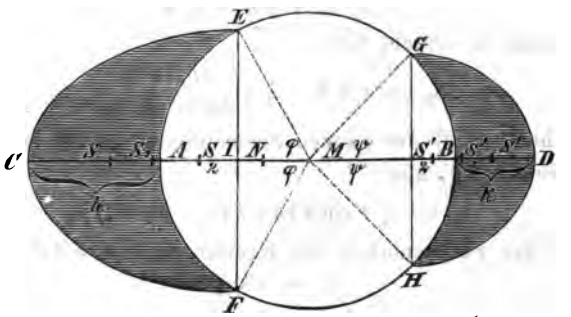
In *Pilar's* eigenem Raisonnement spielt, wie wir sahen, der an sich gewiss unangreifbare Schluss eine wichtige Rolle, dass angesichts der immensen Eisüberlagerung gewisser arktischer Gegenden die analogen Verhältnisse am Südpol noch bei weitem günstiger für die *Adhémar*'sche Theorie sich gestalten müssten. Es scheint uns nur fraglich, ob die erwähnte Prämisse für hinlänglich gewährleistet gelten darf. *Charles Grad* wenigstens ist bei seinen eingehenden Untersuchungen über das nördliche Eismeer zu sehr abweichenden Ergebnissen gelangt 156). Auch sollten die bisher erworbenen Anschauungen über die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche mit Rücksicht auf die neueste gründliche Untersuchung *Wiener's* 157) einer nochmaligen Revision unterzogen werden.

Allein der gewichtigste Stein des Anstosses scheint doch immer anderswo zu liegen. Acceptirt man die Schlussreihen *Adhémar's*, *Croll's* und *Pilar's* vollinhaltlich und erklärt sich mit diesen Forschern für eine ungleich massivere Eishülle des Südens, als sie dem Norden zukommt, so ist damit gleichwohl noch nicht festgestellt, dass die entsprechende Ortsveränderung des Schwerpunktes hinlänglich gross ausfällt, um die verlangten Effekte auszuüben. Die spezifische Leichtigkeit des Eises, im Verhältniss zu der ziemlich beträchtlichen Dichte des Erdkörpers selber, muss von allem Anfang an bedenklich erscheinen. Schärfer untersucht findet man den Gegenstand bei *H. J. Klein* (a. a. O.), wo u. a. *Adhémar's* Entwickelungen als Phantasiegebilde bezeichnet werden,

welche den exakten Rechnungen *Maedler's* nicht Stand zu halten vermocht hätten. Indem derselbe nämlich den bewussten Eiskörpern die Gestalt eines Umdrehungsparaboloides unterlegte und die spezifischen Gewichte von Erde und Eis im Verhältniss 5,69 : 0,88 annahm, fand er die Ablenkung des Schwerpunktes gleich $^1/_{381}\,d$, wo d die Differenz der Drehungsaxen jener Paraboloide bedeutet. „Um demnach eine Verschiebung von 1780 Metern hervorzubringen, wie sie *Adhémar* fordert, müsste die Höhendifferenz der polaren Eismassen volle 91,5 Meilen betragen, während die höchsten Bergerhebungen über der Meeresfläche noch nicht den einundsechzigsten Theil dieses Betrages erreichen".

Klein giebt leider, seiner sonstigen Gewohnheit entgegen, den Ort nicht an, wo *Maedler* seinen Calcul mitgetheilt; diess ist deshalb besonders zu bedauern, weil „exakte Rechnungen" im Allgemeinen nicht gerade die Sache des sonst vielfach verdienten Dorpater Astronomen gewesen sind. Da aber eine mathematisch strenge Formel für die Grösse der Schwerpunkts-Versetzung noch immer zu fehlen scheint, so erlauben wir nachstehend eine solche vorzulegen, die im Punkte der Allgemeinheit wohl den weitest gehenden Anforderungen Genüge leisten dürfte. Wir setzen aus diesem Grunde zwischen den Mänteln der Eis-Paraboloide und der Kugelfläche keine Berührung voraus, obwohl dieser Fall vielleicht der plausibelste von allen ist, sondern denken uns den Durchschnitt längs irgend eines beliebigen dem Aequator parallelen Kugelkreises erfolgend.

Fig. 12.



Es sei also M (Fig. 12) der Mittelpunkt der Erdkugel, A deren Südpol, B deren Nordpol. Auf der verlängerten Erdaxe

liege in C und D resp. der Scheitel des *Adhémar*'schen Drehungskörpers; als Grundkreise mögen EF und GH gelten. Bekannt muss ausser dem Radius r der Erde noch $AC = h$ und $DB = k$ sein; ein Gleiches gilt für die Winkel $EMF = 2\varphi$ und $HMG = 2\psi$. Für die spezifischen Gewichte werden die oben erwähnten (*Baily*'schen) Zahlen angenommen. Zudem stellen wir unsere Untersuchung planimetrisch an, indem wir uns Schwerpunkte und Massen der integrirenden Körper durch Schwerpunkte und Massen ihrer Axenschnitte ersetzt denken. Es leuchtet ein, dass diese Annahme der zu prüfenden Hypothese sehr zu Gunsten kommt, da erstlich der stereometrische Schwerpunkt eines Drehungsgebildes der Basis immer näher liegt, als der planimetrische, und zweitens das Uebergewicht der Erdmasse über die Eismassen beim kubischen Verhältnisse ganz anders zur Geltung kommen würde, als beim quadratischen. Wir werden sehen, dass im Interesse *Adhémar's* diese zur Vereinfachung der Rechnung wesentlich beitragende Annahme wohl gemacht werden durfte.

Bestimmen wir zunächst den Schwerpunkt S des parabolischen Zweiecks $CEAF$. Für das parabolische Segment CEF selber ist bekannt $CS_1 = \frac{3}{5} CJ = \frac{3}{5}(h + r(1 - \cos\varphi))$. Andererseits hat man nach einem ebenfalls bekannten Satze

$$MS_2 = \tfrac{1}{6} \cdot \frac{EF^3}{r \,.\, \text{arc}\, EF - MJ \,.\, EF}.$$

Setzt man die volle Umdrehung $= 2\pi$, so ist arc $EF = 2r\varphi$; ferner ist $EF = 2r \sin\varphi$ und $MJ = r\cos\varphi$. Substituirt man diese Werthe und bringt die Relation

$$CS_2 = r + h - S_2M$$

in Rechnung, so ergiebt sich

$$CS_2 = r + h - \tfrac{1}{3} \cdot \frac{4r\sin^3\varphi}{2\varphi - \sin 2\varphi}.$$

Der Flächeinhalt f_1 des ganzen Segmentes ist gleich zwei Dritteln des Dreiecks CEF, also

$$f_1 = \tfrac{2}{3} r \sin\varphi (h + r(1 - \cos\varphi));$$

ferner ist der Flächeninhalt des Kreisabschnittes EAF

$$f_2 = r^2\varphi;$$

alsdann gilt zur Eruirung von S die Momentengleichung

$$CS(f_1 - f_2) + CS_2 \,.\, f_2 = CS_1 \,.\, f_1,$$

woraus

$$CS = \frac{\frac{2}{5}\sin\varphi\,[h+r(1-\cos\varphi)]^2 - r\varphi\left(r+h-\frac{1}{3}\cdot\frac{4r\sin^3\varphi}{2\varphi-\sin\varphi}\right)}{\frac{2}{3}\sin\varphi\,[h+r(1-\cos\varphi)]+r\varphi}.$$

Bedeuten S', S'_1, S'_2 die analogen Punkte auf der Nordhalbkugel der Erde und setzt man an Stelle von h und φ beziehungsweise k und ψ, so findet man entsprechend DS', DS'_1, DS'_2. Nunmehr sei N der Gesammtschwerpunkt der vereinigten Theile; dann besteht folgende Schlussgleichung:

$$CS\,.\,0{,}88\,.\,(f_1-f_2)+CM\,.\,5{,}69\,.\,r^2\pi+CS'\,.\,0{,}88\,.\,(f'_1-f'_2) = CN(0{,}88\,.\,(f_1-f_2)+5{,}69\,r^2\pi+0{,}88\,.\,(f'_1-f'_2)),$$

wo f'_1 und f'_2 natürlich den Segmenten GDH und $GDHB$ resp. gleich sind. Führen wir die signalisirten Substitutionen durch und bedenken, dass die endgültig gesuchte Ablenkung $NM = r+h-CN$ ist, so bekommen wir als Schlussresultat:

$$NM = r+h-\frac{P}{Q},$$

wo Zähler und Nenner des zuletzt eingeführten Bruches nachstehende Bedeutung besitzen:

$$P = \frac{\frac{2}{5}\sin\varphi\,[h+r(1-\cos\varphi)]^2 - r\varphi\left(r+h-\frac{1}{3}\cdot\frac{4r\sin^3\varphi}{2\varphi-\sin\varphi}\right)}{\frac{2}{3}\sin\varphi\,[h+r(1-\cos\varphi)]+r\varphi}\times$$
$$0{,}88\left(\tfrac{2}{3}\sin\varphi\,[h+r(1-\cos\varphi)]+5{,}69\,(r+h)\,r\pi+\right.$$
$$\left.\left(r+h+k-\frac{\frac{2}{5}\sin\psi\,[k+r(1-\cos\psi)]^2-r\psi\left(r+k-\frac{1}{3}\,\frac{4r\sin^3\psi}{2\psi-\sin\psi}\right)}{\frac{2}{3}\sin\psi\,[k+r(1-\cos\psi)]+r\psi}\right)\right.$$
$$\times 0{,}88\left(\tfrac{2}{3}\sin\psi\,[k+r(1-\cos\psi)]-r\psi\right),$$

$$Q = 0{,}88\left(\tfrac{2}{3}\sin\varphi\,[h+r(1-\cos\varphi)]-r\varphi\right)+5{,}69\,r\pi$$
$$+0{,}88\left(\tfrac{2}{3}\sin\psi\,[k+r(1-\cos\psi)]-r\psi\right).$$

Dem Verfasser stehen empirische Daten nicht in dem zu einer abschliessenden Berechnung dieser Ausdrücke nothwendigen Masse zu Gebote; insbesondere fehlen ihm Zahlwerthe für die Grösse der beiden Winkel φ und ψ, wie solche von den Anhängern *Adhémar's* angenommen werden. Eine ungefähre Durchschnittsrechnung, gestützt auf die *Pilar*'schen Zahlen, hat ihm wenigstens soviel ergeben, dass die Rechnung der genannten Hypothese nichts weniger als günstig ist, die *Maedler*'schen Resultate sogar die in Frage stehende Grösse eher noch zu gross geben. Vielleicht dient obige Formel, die natürlich auch leicht in das stereometrische

Gewand gekleidet werden könnte, gelegentlich einmal einem Forscher, der über die entsprechenden Hülfsmittel verfügt, zur Verificirung resp. Modificirung der von *Maedler* gefundenen Ablenkungskonstante.

§ 19. Wenn *Peschel* die alte Attraktionshypothese der Araber *Demitschki* und *Kaznîni* gewissermassen als erste Vorläuferin der Lehre *Adhémar's* hinstellt, so scheint er uns doch die Verschiedenheit der Aggregatzustände im einen und anderen Falle zu wenig berücksichtigt zu haben. Eher dürfte auf diesen Titel die in § 15 geschilderte Theorie von *Wrede* einiges Anrecht haben. Wirkliche Aehnlichkeit und eine gewisse geistige Verwandtschaft weist mit jener arabischen Lehrmeinung ein recht eigentlich modernes System auf, dasjenige der Meeresumsetzung, wie es von *Schmick* ausgedacht und in einer grossen Reihe apologetischer Schriften zu begründen versucht worden ist. Wenn wir den Beschluss dieser Arbeit mit einer kurzen Ueberschau über die, sei es in beistimmender, sei es in gegnerischer Hinsicht an den Namen *Schmick* anknüpfende massige Literatur machen, so geschieht diess vornämlich, um über die da und dort laut gewordenen Ansichten über den Zusammenhang dieser *Schmick*'schen mit der mittelalterlichen Excentricitätshypothese ein klares Urtheil zu erhalten; der Geschichte selbst gehört erstere ja noch in keiner Weise an.

§ 20. Es sind erst acht Jahre seit der ersten Publikation *Schmick's* 158) verflossen. In derselben stützt sich der Verfasser auf die nämliche Excentricität der Erdbahn, welche auch bei *Adhémar* und *Croll* als das wichtigste Moment erschien. Wäre diese Variabilität nicht, so würde der Umlauf der durch Mond und Sonne gemeinsam erzeugten Fluthwelle um die Erdkugel ununterbrochen gleichmässig stattfinden. Ist aber, eben in Folge jener Variabilität, eine Halbkugel der Anziehungskraft der Sonne — vom Monde glaubt *Schmick* absehen zu dürfen — besonders stark unterworfen, so wird die von der Sonne beeinflusste Welle im Allgemeinen eine stärkere Erhebung zeigen, als ihre Antipodenwelle. Ist aber dieser Zustand ein dauernder, so sammelt sich, wird behauptet, eine grössere Wassermenge auf der betreffenden Halbkugel an. *Schmick* zeigt, dass gegenwärtig die südliche Hemisphäre die begünstigte ist und dass die Periode zwischen zwei völlig gleichen Fluthzuständen eines und desselben Punktes der nämlichen Halbkugel über 10000 Jahre beträgt. Gegen den

Haupteinwand, dass das labile Gleichgewicht der irgendwo bergartig sich anhäufenden Wassermassen nicht lange anhalten, vielmehr sehr bald ein Ablaufen derselben eintreten müsste, hatte *Schmick* verschiedene — später zum Theile wieder aufgegebene — Gründe in Bereitschaft, unter welchen wohl am gewichtigsten der erscheinen möchte, dass eben für Orte in der Gegend des südlichen Wendekreises die Zenithfluth auf das Wasser bedeutend stärker einwirke, als die Nadirfluth. Man fühlt eine gewisse Relation zwischen den Theorieen von *Adhémar* und *Schmick* unschwer heraus; nur ist die Vereisung, welche bei Ersterem als das primäre Element auftritt, bei seinem Nachfolger eine mehr sekundäre Erscheinung, die allerdings zur Erklärung der Eiszeiten verwerthet wird. Die chronische Umsetzung der Meere und die damit in engem Causalnexus stehende Versetzung des Erdschwerpunktes bleiben hier wie dort bestehen.

Ehe wir zu den von anderer Seite gegen diese Anschauungen geltend gemachten Einwürfen übergehen, ist der unausgesetzten Bemühungen des Vaters der in Rede stehenden Theorie zu gedenken, seinem Kinde eine feste Stellung in der wissenschaftlichen Welt zu verschaffen. War die zunächst erschienene Schrift vornämlich geographischen und geologischen Inhaltes 159), so führt eine dritte 160), deren unglücklich gewählter Titel dem redlichen Bestreben ihres Autors zweifellos den allergrössten Schaden bereitet hat, wieder mehr auf das exakt-naturwissenschaftliche Gebiet zurück. In dieser letzteren Hinsicht steht zweifellos am höchsten die vierte ausschliesslich einem genauen Studium der Fluthverhältnisse gewidmete Monographie 161). Dieselbe zerfällt in einen allgemeinen und in einen speziellen Theil. Dort wird auf Grund der *Whewell-Lubbock*'schen Forschungen darzuthun versucht, dass durch genaue wenn auch nur lokale Beobachtungen immerhin ein Anhalt für die behauptete Erhebung resp. Senkung des oceanischen Niveau's gewonnen werden könne, hier wird ein Jahrgang des Sydney'er Fluthzeigers in diesem Sinne diskutirt und aus den dabei erhaltenen Resultaten der früher nicht ausdrücklich hervorgehobene Schluss gezogen 162), dass auch der Mond eine „dünne obere Schicht der Meere" zu versetzen im Stande sei. Wenn aber in der That die Säkularschwankungen sowohl in den Temperaturverhältnissen, als auch in den Niveauständen grösserer Wasserbecken der beiden Halbkugeln sich abspiegeln, so müssen greifbare

Belege für beide Ereignisse sich auffinden lassen. Solche namhaft zu machen ist die Absicht einer weiteren kleinen Abhandlung 163), wo vor Allem in dem anscheinend stetig erfolgenden Rückgang der asiatischen Binnengewässer, des kaspischen Meeres und des Aralsee's, ein besonders überzeugender Beweis für eine fortschreitende Verflachung der nördlichen Meere erkannt wird. Die zuletzt ausgegebene selbstständige Schrift *Schmick's* 164) zieht allgemeinkosmische Verhältnisse in den Kreis der Betrachtung,*) indem sie die physiographischen Eigenthümlichkeiten der Mondoberfläche durch eine ehemalige unter dem Einfluss der Erd-Attraktion zu Stande gekommene Hochfluth des feurig-flüssigen Trabanten zu erklären sucht; unmittelbar vor ihr aber schenkte uns die Produktivität des Autors noch eine zweite Broschüre rein hydrographischen Inhaltes 166). In derselben finden wir zu den bereits früher verarbeiteten Fluthbeobachtungen in der Südsee nunmehr auch Beobachtungsreihen aus dem Norden, insbesondere aus dem adriatischen und baltischen Meere, hinzugenommen und im Sinne einer wagschalen-artig schwankenden Oberflächenversetzung der nördlichen und südlichen Erdgewässer ausgelegt.

Als der erste entschiedene Gegner der *Schmick*'schen Doktrinen ist wohl *Fr. Pfaff* anzusehen. Ihn leitete besonders das Motiv, den von allen neueren Geologen übereinstimmend angenommenen selbstständigen Hebungen des Festlandes, welche *Schmick* als Chimäre betrachtet wissen wollte, durch eine gründliche Widerlegung der Ersatz-Theorie selbst zu Hülfe zu kommen. Diese Widerlegung stützt sich wesentlich auf einen Satz, dem *Pfaff* 167) selbst folgende Form giebt: „Nun wissen wir aber, und die physikalische Nothwendigkeit davon ist längst nachgewiesen, dass genau dieselben Fluthverhältnisse an zwei einander diametral entgegengesetzten Punkten der Erdoberfläche sich finden".

*) Es wird sich allerdings nur schwer in Abrede stellen lassen, dass durch die Entdeckung *Gussew's*, der zufolge der Schwerpunkt der Mondkugel nicht mit deren geometrischen Mittelpunkt coincidirt 165), sondern näher als dieser an der Erde liegt, den *Schmick*'schen Ansichten in gewissem Sinne Vorschub geleistet wird. Die Anschwellung ist allerdings keine bedeutende und geradezu lächerlich sind die Combinationen einiger „populärer" Schriftsteller, welche der erwähnten unregelmässigen Massen-Vertheilung zu liebe die uns unsichtbare Mondseite mit Luft und Wasser ausgerüstet sein lassen. Es wäre diess das gerade lunare Wiederspiel der mittelalterlichen tellurischen Excentricitätshypothese.

Ganz strenge ist jedoch diese Identität nicht aufrecht zu halten, und *Pfaff* selbst sah sich veranlasst, in einem späteren Aufsatze 168) ausführlicher auf den Gegenstand zurückzukommmen. *Schmick* nahm denselben zum Ausgangspunkt eines umfassenden Widerlegungsversuches 169), und bestritt, nicht völlig mit Unrecht, die von seinem Gegner postulirte symmetrische Gestaltung des Fluthellipsoides. Wer sine ira et studio an diesen Ideeenaustausch herantritt, dem mag sich wohl der Gedanke aufdrängen, dass ein thatsächlich bestehender und von dem Einen der beiden Gegner gar zu sehr vernachlässigter Unterschied von dem Anderen wieder zu hoch taxirt und allzusehr ausgebeutet wird. Um diesen Punkt hier gleich vorwegzunehmen, so gründet sich auch *Peschel's* gegnerische Stellung 170) wesentlich auf die seiner Ansicht nach gar nicht abzuleugnende Gleichheit der Flutherhebungen im Zenith und Nadir und erst in zweiter Linie auf geognostische Daten, allein seine Art, den Gegner abzufertigen, und nicht minder der Charakter seiner physiko-mathematischen Entwickelungen trägt denn doch einen zu chevaleresken Anstrich, als dass nicht der dem Feinde zugedachte Schlag ein gut Theil seiner Wucht verlieren musste. Die Verfahrungsweise *Peschel's* gegen *Schmick*, seine entschieden unwahre Behauptung, derselbe habe das *Newton*'sche Gesetz zu reformiren im Sinne, wie sie uns besonders auch in kritischen Berichten immer wieder entgegentritt — das alles ist uns, bei aller Achtung vor dem unsterblichen Meister sei es gesagt, gänzlich unverständlich geblieben. Dass er in manchem Recht hatte, bleibt natürlich ausser Zweifel.

Indem wir die wesentlich naturgeschichtlichen Einwürfe *Moldenhauer's* 171) ausser Spiel lassen, wenden wir uns gleich zu der erst in letzter Zeit zwischen *Pilar* und *Schmick* entbrannten Kontroverse, deren Grundzüge allerdings bereits in einer früher erschienenen Schrift von *Schilling* 172) anticipirt sich finden. *Pilar* 173) erklärt sich vor Allem anderen gegen die Behauptung *Schmick's*, die am Südpol, resp. Nordpol angehäuften Wassermassen vermöchten eine nicht blos momentane und kleine, sondern eine chronisch-andauernde und wahrnehmbare Verschiebung des Erdschwerpunktes in's Werk zu setzen. Sowohl *Pilar*, als auch *Schmick* in seiner Erwiederung 174) scheinen gelegentlich dieser allerdings sehr subtilen Frage einen Faktor nicht gebührend zu berücksichtigen, nämlich die tägliche Axendrehung der Erde.

Während die einzige statische Gleichgewichtsform einer Wassermasse immer nur die Kugel sein kann, existiren deren für rotirende Körper ziemlich viele, wie in der von *Matthiessen* 178) gegebenen Liste nachgesehen werden kann. Zieht man diesen Umstand in Betracht, so erscheint es zweifelhaft, ob *Pilar's* — in dieser Formulirung auch gar zu metaphysisch klingender — Lehrsatz (a. a. O.) wird gerettet werden können: „Jede mögliche vorübergehende Störung des Gleichgewichtes kann nie eine andere von dieser (der sphärischen) verschiedene Gleichgewichtslage bedingen; es folgt also aus dem Allen, dass die Erde stets ihren ursprünglichen, von aussen her verschobenen, Schwerpunkt aus eigener Kraft wieder herstellen könne".

Unter einem mehr theoretischen Gesichtspunkt hat der Mathematiker *Veltmann* 176) die Richtigkeit der *Schmick*'schen Theorie bestritten. Derselbe erkennt an, dass *Peschel* seine Rechnungen in Bausch und Bogen nur als mathematischer Dilettant angestellt habe, und hebt sehr mit Recht den springenden Punkt der ganzen Streitfrage hervor: ob nämlich die in Folge der Wasserumsetzung sich herausbildende Oberfläche des Meeres eine Niveaufläche im bekannten Sinne der analytischen Mechanik ist und sein kann. Dass sie, einen flüssigen Erdkern vorausgesetzt, dieser Bedingung allerdings genügen könne, ist zweifellos, und *Falb* hat sonach nicht Unrecht, wenn er mit dieser Bemerkung 177) glaubt, „die *Schmick*'sche Theorie auf eine Insel zu retten, welche ihrem Urheber ganz entgangen zu sein scheint". Dieser letztere selbst hat an der *Veltmann*'schen Darstellung mit Recht getadelt 178), dass sie, an einen idealen möglichst einfachen Fall anknüpfend, den verwickelten Verhältnissen der Natur nicht gerade gerecht werde, allein die zunächst an ihn zu richtende Forderung, den reflektirenden und darum ungenügenden Beweis *Veltmann's* durch eine exakte analytische Behandlung zu verdrängen, hat er nicht erfüllt. Angesichts dessen ist um so mehr Gewicht darauf zu legen, dass gerade aus dem mathematischen Lager der vielfach angefochtenen Lehre gewichtige Unterstützung erstanden ist. Ein eingehender Aufsatz von *Brenner* 179) kommt zu einem derselben im Ganzen günstigen Ergebniss, und ein Gleiches kann auch von der Prüfung gelten, welche der als Geodät wohlbekannte Brünner Professor *v. Niessl* 180) angestellt hat. Denn wenn derselbe auch auf einem anderen Wege als *Veltmann* zu der Erklärung sich

genöthigt sieht, dass die Wasserhülle, wie sie *Schmick* sich denkt, von einer Niveaufläche merklich abweiche, so formulirt er doch andererseits das von induktiver Besonnenheit eingegebene und deshalb beherzigenswerthe Endurtheil 181): „Sofern sich *Schmick's* Annahme nur auf die säkuläre Umsetzung innerhalb einer Präcessionsperiode erstreckt . . . möchte allerdings gelten, was ich schon früher erwähnte, dass die Bestimmung der mittleren Form der Erde und des Niveau's der Erde noch nicht hinlänglich genau ist, um hier einen Maassstab zur Beurtheilung abzugeben, da ja auch angenommen wird, dass gegenwärtig das Maximum der Wasserversetzung noch gar nicht erreicht ist".

Die eigene Ueberzeugung dem Leser aufdrängen wollen, muss dem Historiker ferne liegen; vielleicht ist sie hie und da zwischen den Zeilen zu erkennen. Nur soviel glauben wir sagen zu sollen, dass wohl nur die etwas reklamenhafte Manier der Bekanntmachung, sowie der übertriebene Beifall in Nicht-Fachkreisen berufene Männer dazu brachte, eine Theorie über's Knie zu brechen, welche mit einem solchen Reichthum empirischer Thatsachen ausgestattet und auch durchaus nicht so baar rationeller Stützen ist, als die *Schmick*'sche Theorie von der durch Wassermassen bedingten Versetzung des Erdschwerpunktes und der von diesem dependirenden flüssigen Oberflächen-Bestandtheile.

§ 21. Wir glauben durch unsere nunmehr beendete Darstellung die eingangs gestellten Aufgabe nach Massgabe der vorhandenen Mittel gelöst zu haben. Von den ältesten unvollkommenen Vorstellungen der Griechen und Saracenen zu der abgeschlossenen, wenn auch irrigen Systematik des Mittelalters niedersteigend haben wir gesehen, dass — mit wenigen Ausnahmen — die Lehre von einer starren und excentrischen Verbindung der Land und Wassersphäre die herrschende war. Von *Copernicus* wie schon von *Dante* zurückgewiesen, von *Franz Patritius* noch theilweise aufrecht erhalten, diente sie noch dem grossen *Newton* als Folie für einen neuen und grossartigen Gedankengang. Nun aber erstarb sie völlig, um in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts durch eine wesentlich verschiedene Idee abgelöst zu werden, die an Stelle der statischen Verhältnisse den ununterbrochenen Fluss kosmischer Veränderungen setzte und je nach den Umständen in immer vervollkommneter Form als *Wrede*'sche, *Lamarck*'sche, *Adhémar*'sche, *Croll*'sche und *Schmick*'sche Hypo-

these auftrat. Dass irgend eine dieser Theorieen Alles erklären, in sich den Schlüssel zur Deutung aller Naturphänomene jemals finden könne, erscheint uns unmöglich. Wolle man doch *Goethe's* Wort beachten 182), dass eine allgemeine Uebereinstimmung aller Fachmänner weder erreichbar, noch selbst zu wünschen sei, dass vielmehr gar viele verschiedene Wege in der Natur zu dem letzten gemeinsamen Ziele hinführen. Neben anderen Erklärungsgründen wird aber immer auch seine berechtigte Stellung der finden, von dessen Geschichte wir einen Abriss zu geben versuchten: eine chronische Transposition des Erdschwerpunktes durch ungleich vertheilte Flüssigkeitsmassen!

---

1) *Günther,* Studien etc. S. 12 ff.

2) *G. Bischof,* Die Gestaltung der Erde und der Meeresfläche und die Erosion des Meeresbodens, Bonn 1867.

3) *Hippocrates,* De aere et aquis liber, ed. Littré, Paris 1839. S. 72.

4) *Herodot's* von Halikarnass Geschichte, übers. v. *A. Schoell,* 1. Band, Stuttgart 1828. S. 197 ff.

5) Ibid. S. 199.

6) *J. C. Fischer,* Geschichte der Naturlehre, 2. Band, Göttingen 1802. S. 19.

7) Ibid. S. 15. S. 20.

8) *Kircher,* Mundus subterraneus, Amstelodami 1665. fol. I. lib. VI. sect. II. cap. 2 ff.

9) *Varenius,* Geographia generalis, in qua affectiones generales telluris explicantur, ed. *Newton,* Cantabrigiae 1681. cap. 3.

10) *Aristoteles,* De Coelo et Mundo, lib. II, cap. 4.

11) *Dühring,* Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik, Berlin 1873. S. 7.

12) *Strabo's* Geographie, übers. v. *Kärcher,* 1. Band, Stuttgart 1829. S. 115.

13) *Sadebeck,* Entwickelungsgang der Gradmessarbeiten und gegenwärtiger Stand der europäischen Gradmessung, Berl. 1876. S. 33.

14) *Strabo,* S. 106.

15) Ibid. S. 120. 16) Ibid. S. 117.

17) *Plinius,* Historiae naturalis libri XXXVII. lib. II. Cap. 33 ff.

18) *Nehring,* Die geologischen Anschauungen des Philosophen *Seneca,* 2. Abtheilung, Wolfenbüttel 1876. S. 16 ff.

19) *Seneca,* Ad Lucilium naturalium quaestionum libri VII. lib. III. cap. 4 ff.

20) *Nehriug,* S. 19.

21) *Seneca,* ibid. cap. 29.

22) *Nehring,* S. 19. S. 21.

23) *Chasles,* Geschichte der Geometrie, hauptsächlich mit Bezug auf die neuen Methoden, deutsch von *Sohncke,* Halle 1839. S. 517.

24) *Peschel-Ruge,* Geschichte der Erdkunde bis auf *Alexander v. Humboldt* und *Carl Ritter,* München 1877. S. 221.

25) *Petrus Alliacus,* De imagine mundi, cap. 49.

26) *Divi Thomae Aquinatis* sacri praedicatorum ordinis in libros Aristotelis de celo et mundo praeclarissimo commentarius cum additionibus Petri de alvernia ejusdem ordinis, 1492, Blatt 33, 2.

27) Ibid. Bl. 42, 2.

28) *Günther,* Studien etc. S. 103.

29) *Vincentius Bellovacensis,* Speculum naturale, lib. VI, cap. 2.

30) *Manuel* de la cosmographie du moyen age, traduit de l'arabe de *Shemseddîn* ed *Demitschki* par *Mehren,* Copenhague 1874. S. 3.

31) *Wolf,* Handbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie, 2. Band, Zürich 1873. S. 95.

32) *Zakarija ben Mohammed ben Mahmûd el Kazwîni's* Kosmographie, deutsch von *Ethé,* 1. Halbband, Leipzig 1868. S. 208.

33) Ibid. S. 211.

34) *Peschel-Ruge,* S. 152.

35) Ibid. S. 150.

36) *Günther,* Studien etc. S. 65.

37) *A. v. Humboldt,* Kosmos, 4. Band, Stuttgart und Tübingen 1858. S. 159.

38) *Itinerarium Wilhelmi de Rubruk,* Recueil de voyages et de mémoires publié par la société de géographie, Paris 1839. S. 326.

39) *Santarem,* Essai sur l'histoire de la cosmographie et de la cartographie pendant le moyen age, Tome I., Paris 1849. S. 89.

40) Id., Recherches sur les découvertes en Afrique, Paris 1842. S. L ff.

41) *Dieterici,* Die Naturanschauung und Naturphilosophie der Araber im zehnten Jahrhundert, Posen 1864. S. 102.

42) *Maedler,* Reden und Abhandlungen über Gegenstände der Himmelskunde, Berlin 1870. S. 397.

43) *v. Humboldt,* Kritische Untersuchungen über die historische Entwicklung der geographischen Kenntnisse von der neuen Welt und über die Fortschritte der nautischen Astronomie im 15. und 16. Jahrhundert, deutsch von *Ideler,* 1. Band, Berlin 1852. S. 62.

44) *Schmidt,* Ueber *Dante's* Stellung in der Geschichte der Kosmographie, 1. Theil, Graz 1876.

45) Li livres du Tresor par *Brunetto Latini,* publié d'après les manuscrits de la bibliothèque impériale par *P. Chabaille,* Paris 1863.

46) Ibid. S. 110.

47) Ibid. S. 114.

48) *Fontani,* Sopra un vecchio inedito testo a penna di ser *Ristoro d'Arezzo,* Atti dell' imperiale e reale accademia della Crusca, Tomo I. 1819. S. 191 ff.

49) La composizione del mondo di *Ristoro d'Arezzo.* Testo italiano del 1252 pubblicato da *Enrico Narducci,* Roma 1859.

50) Ibid. S. 18.

51) Ibid. S. 19.

52) *v. Humboldt,* Kosmos, 3. Band, S. 151.

53) *H. J. Klein,* Der Fixsternhimmel nach dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft, vom Standpunkt der kosmischen Weltanschauung dargestellt, Braunschweig 1872. S. 5.

54) *Santarem,* Tome I., S. 104.

55) *Peschel,* Gesammelte Abhandlungen, herausgegeben von *Loewenberg,* Leipzig 1876. S. 1 ff.

26) *Ristoro,* S. 20.

57) Ibid. S. 71.

58) Ibid. S. 77.

59) Ibid. S. 73. S. 77.

60) *Schmidt,* S. 32.

61) *Günther,* Die Anschauungen des *Thomas von Aquin* über die Grundsätze der mechanischen Physik, Kosmos, 1. Jahrg. S. 240 ff.

62) *Ristoro,* S. 78.

63) Ibid. S. 80.

64) Geschichte der Astronomie von den ältesten bis auf gegenwärtige Zeiten, 1. Band, Chemnitz 1792. S. 122.

65) *Schmidt,* S. 6. S. 13. S. 16. S. 23.

66) Ibid. S. 5.

67) Ibid. S. 10.

68) *Günther,* Ueber *Dante Alighieri's* Stellung zu den kosmologischen Anschauungen seiner Zeit, Beil. z. „allgem. Zeitung" von 11. Juni 1867.

69) *Schmidt,* S. 13.

70) *Immanuel Kant's* Schriften zur physischen Geographie, herausgeg. von *F. W. Schubert,* Leipzig 1839. S. 786.

71) *Thurot,* Recherches historiques sur le principe d'Archimède, Paris 1869. S. 33.

72) *Schmidt,* S. 30 ff.

73) Ibid. S. 31.

74) *Helmert,* Zur Theorie des geometrischen Nivellirens, Astron. Nachrichten, LXXXI. S. 297 ff.

75) *Cantor,* Die römischen Agrimensoren, Leipzig 1875. S. 158.

76) *Santarem,* tome I., S. 75 ff.

77) Reverendissimi episcopi Domini *Roberti* lincolniensis sphaerae compendium, Sammelband fol. 12 der Nürnberger Stadtbibliothek, Bl. 87, 1.

78) *Zoeckler,* Geschichte der Beziehungen zwischen Theologie und Naturwissenschaft, mit besonderer Rücksicht auf Schöpfungsgeschichte, 1. Abtheilung, Gütersloh 1877. S. 469 ff.

79) *Joannis de Sacrobusto* Astrologi Celeberrimi Spericum Opusculum cum brevi et utili expositione Eximii Artium ac Medicinae Doctoris Francisci Capuani de Manfredonia, Nürnberger Sammelband, Bl. 1 ff.

80) Ibid. Bl. 4, 2.

81) Ibid. Bl. 12, 2.

82) Ibid. Bl. 13, 1.

83) *Nicolai Copernici Thorunensis* de revolutionibus orbium coelestium libri VI. Ex autoris autographo recudi curavit societas copernicana Thorunensis, Thoruni 1873. S. 12 ff.

84) Ibid. S. 14.

85) *Harms,* Allgemeine Encyklopädie der Physik, 1. Band, Leipzig 1869. S. 211.

86) *Francisci Patritii Panarchiae* de rerum principiis libri VII, Ferrariae 1591. Bl. 129, 1.

87) *Wolf,* Matériaux divers pour l'histoire des mathématiques, Bullett. di bibliogr. e di storia delle scienze mat. e fis., Tomo II. S. 313 ff.

88) *Patritius,* Bl. 129, 2.

89) Ibid. Bl. 131, 2.

90) Ibid. Bl. 133, 1.

91) Ibid. Bl. 134, 1.

92) Ibid. Bl. 158, 2 ff.

93) *Francisci Patritii Zoroaster* et ejus CCXX oracula chaldaica, Ferrariae 1591.

94) *Franz Baco's* Neues Organon, Uebersetzt, erläutert und mit einer Lebensbeschreibung des Verfassers versehen von *J. H. v. Kirchmann,* Berlin 1870. S. 280.

95) *Patritius,* Pancosmias, Bl. 149, 1.

96) *Wolf,* Geschichte der Astronomie, München 1877. S. 245.

97) *Patritius,* Pancosmias, Bl. 150, 2.

98) *Rixner* und *Siber,* Leben und Lehrmeinungen berühmter Physiker am Ende des XVI. und am Anfang des XVII. Jahrhunderts, als Beiträge zur Geschichte der Physiologie in engerer und weiterer Bedeutung, 4. Heft, Sulzbach 1823. S. 141 ff. S. 167 ff.

99) *Günther,* Studien etc. S. 14 ff.

100) *Ruge,* Die Weltanschauung des Columbus, Dresden 1876.

101) *Wappaeus,* Recension hiezu, Gött. gel. Anzeigen 1877. S. 562.

102) *Santarem,* Tome III., Paris 1825, S. 326.

103) Ibid. S. 319.

104) *v. Humboldt,* Krit. Untersuch. 1. Band, S. 172.

105) *Peschel,* Geschichte des Zeitalters der Entdeckungen, Stuttgart und Augsburg 1858. S. 166.

106) *v. Humboldt,* Kosmos, 4. Band, S. 57.

107) *Peschel,* S. 290.

108) *Santarem,* tome III., S. 383.

109) Ibid. S. 101.

110) *v. Humboldt,* Relation historique du voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent, Tome I., Paris 1814. S. 506.

111) *Rixner* und *Siber,* Leben etc., 3. Heft Sulzbach 1820. S. 52.

112) Ibid. S. 51.

113) *Varenius,* Geogr. general., ed. *Newton,* S. 97 ff.

114) *Klemm,* Zur Würdigung *Leonardo da Vinci's* als Naturforscher, Bremen 1877. S. 12.

115) *Günther,* Studien etc. S. 45 ff.

116) Physikalische Fehlschlüsse, Sirius, Zeitschr. f. popul. Astronomie, 9. Band, S. 31.

117) *Zoeckler,* S. 713 ff.

118) *Sir Isaak Newton's* mathematische Principien der Naturlehre. Mit Bemerkungen und Erläuterungen herausgeg. von *Wolfers,* Berlin 1872. S. 395.

119) Ibid. S. 622.

120) *La Caille,* Mémoires de Paris, année 1751. S. 435 ff.

121) *Kästner,* Weitere Ausführung der mathematischen Geographie besonders in Absicht auf die sphäroidische Gestalt der Erde, Göttingen 1795. S. 134.

122) *Röhl,* Einleitung in die astronomischen Wissenschaften, 2. Theil, Greifswald 1779.

123) Ibid. S. 139 ff.

124) *J. S. T. Gehler's* physikalisches Wörterbuch, neu bearbeitet von *Brandes, Gmelin, Horner, Muncke, Pfaff,* 4. Band 2. Abtheilung, Leipzig 1828. S. 1264.

125) *Wrede,* Ueber Gebirgstrümmer an der Stelle einer vorgeblich auf der Nordküste Usedoms von der See verschlungenen Stadt, *v. Zach's* Monatliche Correspondenz, 6. Band, S. 109.

126) *Lamarck,* Hydrogéologie ou Recherche sur l'influence qu'ont les eaux sur la surface du globe terrestre; sur les causes de l'existence du bassin des mers, de son déplacement et de son transport successif sur les différents points de la surface de ce globe; enfin sur les changemens que les corps vivans exercent sur la nature, et l'état de cette surface, Paris An X.

127) *Lang, Lamarck* und *Darwin.* Ein Beitrag zur Geschichte der Entwickelungstheorie, Kosmos, 1. Jahrgang, S. 243 ff.

128) *Lamarck,* S. 34.

129) Ibid. S. 37.

130) *Lang,* S. 250.

131) *Bessel,* Ueber den Einfluss der Veränderungen des Erdkörpers auf die Polhöhen, Zeitschr. f. Astron. u. verw. Wissenschaften, 5. Band, S. 25 ff.

132) *Fergola,* Sulla posizione dell' asse di rotazione della terra rispetto all' asse di figura, Napoli 1874.

133) *Peschel-Ruge*, S. 157.

134) *Pilar*, Ein Beitrag zur Frage über die Ursachen der Eiszeiten, Agram 1876.

135) *Adhémar*, Les révolutions de la mer, déluges périodiques, Paris 1843; 3 édit. ibid. 1875.

136) *Pilar*, S. 25.

137) *Le Hon*, Périodicité des déluges, Bruxelles 1868.

138) *Julien*, Courants et révolutions de l'atmosphère et de la mer comprenant une théorie nouvelle sur les déluges périodiques, Paris 1860.

139) *John Herschel*, Transactions of the Geological Society, 2. series, vol. III. S. 295.

140) *Croll*, On the Physical Cause of the Change of Climate during Geological Epochs, Philosoph. Magaz., 4. series, vol. XXVIII. S. 130.

141) *Lyell*, Principles of Geology, London 1866. S. 296.

142) *Croll*, On the Excentricity of the Earth's Orbit, and its Physical Relations to the Glacial Epoch, Philosoph. Magaz., 4. series. vol. XXXVII. S. 119 ff.

143) Id., On the Change in the Obliquity of the Ecliptic, its Influence on the Climate of the Polar Regions and on the Level of the Sea, ibid. S. 430 ff.

144) *Meech*, On the relative Intensity of the Heat and Light of the Sun upon different latitudes of the Earth, Shmithsonians Contributions to Knowledge, Vol. X. S. 1 ff.

145) *Croll*, On the Change etc. S. 435.

146) *Pilar*, S. 43 ff.

147) *v. Humboldt*, Kosmos, 1. Band, S. 307.

148) *Croll*, On the Physical Cause of the Submergence and Emergence of the Land during the Glacial Epoch, Geolog. Magaz. 1874. S. 309 ff.

149) *Pilar*, S. 47.

150) Ibid. S. 51.

151) Ibid. S. 55.

152) *Pilar*, S. 63.

152) *Croll*, On Geological Time, and the probable Date of the Glacial and the Upper Miocene Period, Philosoph. Magaz. 4. series, vol. XXXV. S. 363 ff.

154) *Kner*, Leitfaden zum Studium der Geologie mit Inbegriff der Paläantologie, Wien 1855. S. 115.

155) *H. J. Klein*, Entwickelungsgeschichte des Kosmos nach dem gegenwärtigen Stande der gesammten Naturwissenschaften, Braunschweig 1870. S. 114.

156) *Grad*, Bulletin de la société de géographie, Août 1875. S. 20 ff.

157) *Wiener*, Ueber die Stärke der Bestrahlung der Erde durch die Sonne in ihren verschiedenen Breiten und Jahreszeiten, Karlsruhe 1877.

158) *Schmick*, Die Umsetzung der Meere und die Eiszeiten der Halbkugeln der Erde, Köln 1869.

159) Id., Thatsachen und Beobachtungen zur weiteren Begründung seiner neuen Theorie einer Umsetzung der Meere durch die Sonnenanziehung und eines gleichzeitigen Wechsels der Eiszeiten auf beiden Halbkugeln der Erde, Görlitz 1871.

160) Id., Die neue Theorie periodischer säkularer Schwankungen des Seespiegels etc., Münster 1872.

161) Id., Das Fluthphänomen und sein Zusammenhang mit den säkularen Schwankungen des Seespiegels, Leipzig 1872.

162) Ibid. S. 122 ff.

163) Id., Die Aralo-Kaspi-Niederung und ihre Befunde im Lichte von säkularen Schwankungen des Seespiegels und der Wärmezonen, Leipzig 1874.

164) Id., Der Mond als glänzender Beleg für kosmisch bewirkte Umlegungen verschiebbarer Bestandtheile der Weltkörper, Leipzig 1876.

165) *Gussew*, Bull. del' Acad. Imp. de St. Petersbourg, 1859, Tome I. S. 276 ff.

166) *Schmick*, Die Gezeiten, ihre Folge- und Gefolge-Erscheinungen, Leipzig 1876.

167) *Pfaff*, Allgemeine Geologie als exakte Wissenschaft, Leipzig 1873. S. 212.

168) Id., Einige Bemerkungen über die Theorie von der Umsetzung der Meere, Gäa, 10. Jahrgang, S. 138 ff.

169) *Schmick*, Entgegnung auf vorstehenden Aufsatz des Herrn Professors Dr. *Pfaff*, Ibid. S. 145 ff.

170) *Peschel*, Ueber die angeblichen Schwankungen des Seespiegels, Ausland 1875. S. 71 ff.

171) *Moldenhauer*, Zur Entwickelungsgeschichte des Erdballs, Gäa, 11. Jahrg. S. 135 ff.

172) *Schilling*, Die beständigen Strömungen in der Luft und im Meere, Berlin 1875. S. 40 ff.

173) *Pilar*, S. 35.

174) *Schmick*, Die Gezeiten, S. 166 ff.

175) *Matthiessen*, Neue Untersuchungen über frei rotirende Flüssigkeiten im Zustande des Gleichgewichtes, Kiel 1859. S. 73 ff.

176) *Veltmann*, Die *Schmick*'sche Theorie der säkularen Ebbe an den Polen, Gäa, 11. Jahrg. S. 265 ff.

177) *Falb*, Gedanken und Studien über den Vulkanismus, Graz 1875. S. 303.

178) *Schmick*, Einige Bemerkungen zu Herrn *W. Veltmann's* Aufsatz, Gäa, 11. Jahrg. S. 340.

179) *Brenner-Zech*, Die Umsetzung der Meere, Würtemb. naturwissenschaftl. Jahreshefte 1874, 2. und 3. Heft.

180) *v. Niessl*, Ueber die Umsetzung der Meere, Sirius, 10. Band, S. 11 ff.

181) Ibid. S. 17.

182) *Goethe*, Geologische Probleme und Versuch ihrer Auflösung, Sämmtl. Werke, 40. Band, Stuttgart 1869. S. 92 ff.

Namen-Index.*)

Abulfeda 172.
Abul Hassan 172.
Adhémar 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 203.
Agassiz 136.
Albertus Magnus 137. 139. 144. 149.
Alliacus (d'Ailly) 137. 138.
Ambrosius 145.
Andreas Bianco 175.
Apulejus 136.
Archimedes 133. 134. 154.
Aristoteles 132. 133. 138. 145. 158. 165. 168. 170.

Baco (Roger) 137. 138.
Baco (von Verulam) 169. 191.
Baily 196.
Balduin von Hannonia 143.
Basilius 145.
Bessel 185.
Bischof 139.
Brahe (Tycho) 170.
Brenner 202.
v. Buch (Leopold) 186.

Cantor 160.
Capuanus de Monfredonia 161. 162. 163. 179.
Cecco d'Ascoli 160.
Chapotot 166.
Chasles 137.
Clavius 168.
Columbus 171. 172. 173. 174. 175.
Cook 181.
Copernicus 164. 165. 166. 167. 168. 171. 176. 203.
Cosmas (Alexandrinus) 144.
Croll 186. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 198. 203.
Cuvier 136.

Dante 153. 154. 156. 157. 158. 159. 160. 164. 171. 178. 183. 186. 203.
De Bergh 186.
Demetrius (Poliorketes) 134.
Demitschki 140. 142. 186. 198.
Désor 186.
Doring (Thoring) 161.
Dühring 133.

Edrisi 145.
Eratosthenes 134. 143.
Esra 173.

Falb 202.
Fontani 148.
Forster (Reinhold) 191.
Fournier 132.

Galilei 169.
Gilbert 169.

*) Dieses Verzeichniss gilt, ebenso wie die früheren, nur für den eigentlichen Text, nicht auch für die literarischen Anmerkungen.

4

oethe 204.
rad 195.
Gussew 200.

Harms 165.
Helmert 159.
Herodot 132. 133. 134.
Herschel (John) 176. 188.
Hipparch 134. 140.
Hippocrates 132. 143.
Homer 144.
Honorius von Autun 144.
Hottinger 177.
v. Humboldt (Alexander) 143. 173. 174. 175. 187.

Jean de Beauveau 175.
Jentsch 192.
Isabella (von Castilien) 172.
Julien 187.
Jupiter Ammon 134.

Kant 156. 157.
Kästner 180.
Kaznòni 141. 142. 198.
Kepler 169.
Kircher 133.
v. Kirchmann 169.
Klein (H. J.) 149. 193. 194. 195.
Klügel 180.
Kner 193.

La Caille 179. 180. 181. 187.
Lamarck 182. 183. 184. 185. 186. 203.
Lang 183. 185.
Laplace 189.
Latini (Brunetto) 146. 148. 150. 154. 160.
Le Hon 187.
Leverrier 188. 193.
Lionardo da Vinci 176. 177.
Longomontanus 171.
Lubbock 199.
Luther 161.
Lyra (Nicolaus a) 161.

Magelhaens 172.
Maimonides 139.
Masudi 142. 143.
Matthiessen 202.
Meech 190.
Moldenhauer 201.
Moses 173.
Muncke 181.

Narducci 148.
Nehring 135.
Newton 178. 179. 181. 201. 203.
v. Niessl 202.

Origanus (Tost) 171.

Patritius 165. 166. 167. 168. 169—170. 171. 203.
Paulus Burgensis 160. 161. 177.
Peschel 142. 149. 172. 176. 186. 198. 201. 202.
Petrus 173.
Petrus Alphons 172.
Petrus de Abano 152. 157. 162.
Petrus von Vinea 160.
Pfaff 200. 201.
Pilar 186. 187. 191. 192. 194. 1 201. 202.
Plato 170.
Plinius 135. 151.
Polybius 143.

Regiomontanus 152.
Reimarus Ursus 170.
Rendu 186.
Rixner 171.
Ristoro 148. 149. 150. 151.
Robert von Lincoln 160.
Roehl 180. 181.
Rosenmüller 173.
Ruge 172. 186.
Ruysbroek (Rubruquis

Sabler 144.
Sacro Bosco 161. 16
Santarem 144. 149.
Schiaparelli 148.
Schilling 201.

198.

Schmick 198. 199. 200. 201. 202. 203.
Schmidt 146. 151. 152. 153. 155. 157. 158. 159. 186.
Seneca 135. 136. 137. 142.
Siber 171.
Stockwell 193.
Stone 193.
Strabo 134. 135.
Struve 144.

Telesius 175.
Terentius Varro 137. 138.
Thomas Aquinas 138. 139. 147.
Thomson 177.
Thurot 157.
Toscanelli 172.

Varenius 133. 176.
Vasco de Gama 172.
Veltmann 202.
Venetz 186.
Vincenz von Beauvais 139.
Vossius 133.

Wappaeus 172.
Whewell 199.
Wiener 194.
Wolf 141. 166. 171.
Wolfers 179.
Wrede 181. 198. 203.

Zoeckler 160. 161. 177.
Zoroaster 169.

Berichtigungen.

S. 138. Z. 3. v. u. statt dass l. das. — S. 149. Z. 2. v. u. statt Aufsatz l. Notiz. — S. 172. Z. 7. v. u. statt *Satarem* l. *Santarem*. Zu S. 166, Anm. ist nachzutragen, dass nach privater Mittheilung von Prof. *R. Wolf* das Wort „*libella*" in älteren Werken über Feldmesskunst — z. B. bei *Scultetus* — hie und da die gewöhliche Bleiwage bedeutet.

Druck von E. Karras in Halle.

Analyse

einiger kosmographischer Codices

der Münchener Hof- und Staatsbibliothek

von

Dr. Siegm. Günther,

Kgl. bayr. Gymnasialprofessor, Mitglied der Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher, corr. M. d. kgl. Gesellschaft zu Prag und der Akademie zu Padua.

Halle a/S.

Verlag von Louis Nebert.

1878.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

Vorwort.

Während die drei ersten Hefte im Wesentlichen ein gemeinsames Ziel verfolgten, versucht das vorliegende vierte eine ungleich enger begrenzte Aufgabe zu lösen. Historische Studien über verschiedene Zweige der mathematischen Wissenschaften hatten den Verf. die handschriftlichen Schätze der Münchener Bibliothek einer genaueren Prüfung unterziehen und erkennen lassen, dass besonders für die Geschichte der „Kosmographie“ noch manche bislang unbehobene Ausbeute aus jenen zu gewinnen sei. Einzelne Proben seines Fundes, von denen er glaubt sagen zu dürfen, dass sie in mehrfacher Hinsicht für die bessere Erkenntniss mittelalterlichen Geisteslebens Werth besitzen, erlaubt sich der Unterzeichnete nachfolgend den Freunden seines Unternehmens vorzulegen.

Badersee, im August 1878.

Dr. S. Günther.

ıalyse einiger kosmographischer Codices der Münchener Hof- und Staatsbibliothek.

§ 1. Von den zahlreichen Handschriften der berühmten Münhener Sammlung, welche sich mit kosmographischen Dingen beːhäftigen, werden im Folgenden zwei einer genaueren geschichtlichen ntersuchung unterworfen. Die eine derselben findet sich isolirt ı einem Sammelbande, welcher im Uebrigen eine Anzahl von bhandlungen geschichtlichen, theologischen und medicinischen ıhaltes in sich schliesst; der Band ist im grossen Katalog der teinischen Manuscripte 1) mit N. 7021 bezeichnet, entstammt ɐm von Kaiser *Ludwig* dem Bayern gestifteten Kloster Fürstenıld und gehört dem Alter der in ihm vereinigten Stücke nach ɐm vierzehnten und fünfzehnten Jahrhundert an. Der Bibliothekstel der für uns wichtigen, zwei Blätter (fol. 227—229) erfüllenden, btheilung ist dieser: „De IV ventis cardinalibus, de planetis, de ːrra, de signis coelestibus, de zonis cum figura mundi etc.“ Was as Aeussere betrifft, so haben wir es mit einer ausgebildeten nschönen und deshalb auch grossentheils schwer leserlichen linuskelschrift zu thun; Tinte und Papier sind gleich unvollommen, und deutlich kann man am Ganzen den von *Wattenbach* 2) ıit treffenden Worten geschilderten Verfall des Schriftwesens contatiren.

Einen wesentlich anderen, sozusagen aristokratischeren, Einruck macht der zwischen den Jahren 1445 und 1450 von *Theo'ericus Ruffi,* ord. min. lector in Gronenberch, zusammengestellte ast ausschliesslich den mathematischen Wissenschaften gewidmete od. lat. 11067. Demselben ist vom Compilator eine detaillirte nhaltsübersicht beigegeben worden, welche wir wörtlich hier wieder-

geben: die im Katalog abgedruckte Liste 3) ist etwas ausführlicher, weil sie die einzelnen Abhandlungstitel reproducirt. *Theodorich's* eigene Angaben sind folgende:

1. Compilatio leupoldi de astrorum scientia. 2. Astrologia Almanzoris et ejus propositiones. 3. Registrum super propositiones almanzoris. 4. Tractatus de judiciis particularibus pertinens ad medicos. 5. Tractatus de judiciis urine. 6. Liber ypocratis de egritudinibus. 7. Tractatus de prognosticatione aeris et de pluviis. 8.*) 9. De presagiis tempestatum. 10. Alkindus de impressionibus aeris. 11. Tractatus de ymbribus. 12. De permutatione temporum et pluviarum Yaphar. 13. Aomar de qualitate aeris. 14. Liber florum Albumasar. 15. Dorotheus de gravitate vel levitate pretii venalium. 16. Judicia earistie. 17. Haly habenragel de electionibus. 18. Algorismus vulgaris. 19. Commentarius petri de dacia super algorismum. 20. Algorismus minuciarum Johannis de lineriis. 21. De distantiis civitatum et regnorum et de Cosmographia. 22. Canon pro horologiis in plano vel in pariete. 23. Canones de compositione equatorii planetarum. 24. Canones pro practica equatorii. 25. Instrumentum campani de equationibus planetarum. 26. Compositio quadrantis et (de) ejus utilitatibus. 27. Compositio quadrantis. Compositio spere. 28. De compositione chilindri et ejus utilitatibus. 29. Arismetrica de arte mensurandi. 30. Compositio scale alchimetra. 31. De baculo geometrico. 32. De arte visoria.

So reichhaltig dieses Verzeichniss ist, so ist es doch nicht vollständig. Vielmehr fehlt die zwei Folioseiten (198, b; 199 a) erfüllende Partie, welche im Buche selbst folgendermassen bezeichnet ist: „Ista figura demonstrat creationem rerum omnium tam superiorum quam inferiorum insuper et situm uniuscujusque secundum exigenciam meriti sui vel demeriti." Gerade mit dieser Pièce aber werden wir uns späterhin speciell zu beschäftigen haben.

§ 2. Eine gedrängte Darlegung des wesentlichen Inhaltes all der verschiedenen im Codex 11067 vereinigten Schriften möge hier einleitungsweise ihre Stelle finden, einerseits, um die Auswahl

*) Bei Nummer 8 ist durch Wegreissen der einen Blatthälfte der Wortlaut so entstellt, dass wir auf dessen Abdruck, soweit er noch zu erkennen ist, lieber verzichten. Die Blätter 97—110, welche die beiden meteorologischen Traktate 12 und 13 enthalten haben, fehlen gänzlich.

des im Folgenden genauer Untersuchten zu rechtfertigen, andererseits aber um den Freunden historischer Forschung zu zeigen, welch' reiche Belehrung lediglich aus diesem Einen Bande zu gewinnen ist. Von entschiedenem Interesse ist gleich die erste Abhandlung, welche nach dessen eigener Aussage von „leupoldus ducatus austriae filius" selbstständig niedergeschrieben worden ist.*) Sie enthält eine sehr detaillirte Anleitung zur Kenntniss des gestirnten Himmels; die den einzelnen Sternbildern zugehörigen Sterne werden durch ein möglichst einfaches Alignement unter sich verbunden und die so entstehenden Gebilde mit bekannten geometrischen Figuren verglichen. Dann allerdings muss das wissenschaftlich-astronomische Element sehr bald dem astrologischen weichen. Durchaus der Sterndeuterei sind auch die nächstfolgenden theilweise schon anderweit bekannten Traktate gewidmet. Die Schrift von den Witterungsvorzeichen weiss natürlich ebenfalls Vieles vom Einfluss der Gestirne zu berichten, spricht aber dabei auch in ganz verständiger Weise von dem Zusammenhang der Windrichtungen mit den verschiedenen Witterungszuständen und Meteoren. Der Algorismus vulgaris (Blatt 135 ff.) ist vollkommen identisch mit jenem, welchen *Cantor* 5) auf der Darmstädter Schlossbibliothek aufgefunden und kurz beschrieben hat; in dem angehängten Commentare des Magister *Petrus de Dacia* „compotista in villa parisiensi" dürfte eine eigenthümliche geometrische Schematisirung in der Lehre vom Wurzelausziehen die Aufmerksamkeit des Sachkenners erregen. Es reiht sich an der „algorismus de minuciis magistri Johannis de lineriis;" vom Autor berichtet

*) Dieser gelehrte Prinz ist den neueren Geschichtschreibern der Sternkunde, *Maedler* und *Wolf*, anscheinend gänzlich entgangen. Gleichwohl sind wir, gestützt auf ein von uns schon vielfach rühmend erwähntes Werk 4), Einiges über ihn beizubringen in der Lage: „*Leupold*, ein Sohn des Herzogs von Oestreich. Von ihm hat man ein astronomisches Werk: de astrorum scientia compilatio, so zu Augspurg 1489. 4. herausgekommen ist, es enthält zehn kurze astronomische Abhandlungen, und ist, wie der Titel sowohl, als auch der Verfasser auf der ersten Seite des Buchs sagt, die Arbeit mehrerer Gelehrten, wozu er hie und da seine Bemerkungen hinzugesetzt hat, er besorgte übrigens die Bekanntmachung des Werkes; von andern wird er auch *Leupold* von Oestreich genannt, weiter ist nichts von ihm bekannt." Spätestens also lebte er, wie aus der Abfassungszeit des Codex erhellt, in der ersten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts.

Maedler 6), dass er um 1364 durch eigene Beobachtungen die Oerter von 47 Fixsternen neu bestimmt und sein Beobachtungsjournal in dem Flamänder *Wendelin* (1580—1660) einen Herausgeber gefunden habe. U. a. finden wir hier eine das sogenannte kleine Einmaleins umfassende pythagorische Tafel und eine Anleitung zur schachbrettartigen Multiplikation, wie sie unter dem Namen der „netzförmigen Methode" von *Maximus Planudes* und *Fibonacci* im Abendlande eingebürgert worden ist 7). Eine Serie leerer Blätter trennt den arithmetischen Theil von jener kleinen Arbeit über geographische Ortsbestimmung, welche wir uns für eine eingehendere Berichterstattung einstweilen zurücklegen. Durch dieselbe wird die geometrische Schlussabtheilung des Ganzen eingeleitet; da stossen wir zunächst auf eine mit hübschen Figuren ausgestattete Anweisung zur Verzeichnung von Horizontal- und Vertikaluhren mittelst deskriptiver Principien, alsdann auf eine sehr ausführliche Erörterung über ein angeblich von *Campanus* vorgeschlagenes Instrument „pro conjunctione et oppositione solis et lunae," weiterhin auf den Traktat vom Quadranten. Letzterer ist im Wesentlichen nichts anderes als das bei den arabischen Astronomen so beliebte Hand-Astrolabium, und dass die von ihm und seiner Verwendbarkeit handelnde Schrift noch unter dem vorwiegenden Einflusse saracenischer Quellen entstanden ist, beweist die leicht erkennbare Vorliebe für arabische Sternnamen. Die „Compositio spere" beschäftigt sich nicht etwa mit der Construktion künstlicher Globen, sondern vielmehr mit Räderwerken, welche den Lauf der Himmelskörper wiedergeben sollen. Ebenso hat es der „Tractatus de compositione chilindri" nicht sowohl mit dem Cylinder an sich als vielmehr mit einer Rundsäule zu gnomonischem Gebrauche zu thun. Von ganz entschiedener Bedeutung für die Geschichte der Feldmesskunst und als ein sehr brauchbarer Nachtrag zu *Cantor's* bekannter Monographie über die römischen Agrimensoren anzusehen ist die „Arismetrica de arte mensurandi altitudines seu longitudines." Dieselbe bildet mit den oben erwähnten Anhängen über spezielle geometrische Verrichtungen ein Ganzes, welches von dem Münchener Katalog — nach unserer Ansicht ohne genügende Berechtigung — einem berühmten Mathematiker des dreizehnten Säkulums, dem *Robert von Lincoln*, zugeschrieben wird.

Wir hoffen, dass vorstehendes Resumé trotz seiner unvermeid-

lichen Kürze unser oben über den wissenschaftlichen Werth des Codex abgegebenes Urtheil bestätigen werde. Unsere Aufgabe wird es sein, aus dem reichen Stoffe die für die Geschichte der Erdkunde besonders wichtigen Materialien auszuheben und zweckdienlich zu verarbeiten. So setzen wir denn fest, dass unsere Auswahl drei der in diesen beiden ersten Paragraphen aufgeführten Schriftstücke treffen soll, nämlich

I. in N. 7021 den Traktat „De quatuor ventis cardinalibus etc.,"
II. in N. 11067 den Traktat „De distantiis civitatum etc.,"
III. ibidem den interpolirten und offenbar ursprünglich für einen ganz anderen Ort bestimmten Traktat „Ista figura demonstrat etc."

Wie schon der Titel unserer Studie besagt, beabsichtigen wir von dem Inhalte dieser drei Handschriften eine genaue vergleichende Analyse zu geben; ein wörtlicher Abdruck des Textes würde sich für uns, die wir nicht philologische sondern rein-wissenschaftsgeschichtliche Ziele im Auge haben, in keiner Weise empfehlen. Es soll vielmehr zur textuellen Reproduktion nur in solchen Fällen geschritten werden, in welche diese an und für sich ein gewisses Interesse zu beanspruchen das Recht hat.

§ 3. Die Winde entstehen, so beginnt unsere Nummer Eins, in der Luft. Denn die von der Erde bis zum Monde reichende Atmosphäre ist belebt und mit Feuchtigkeit gesättigt, so dass in ihr die Vögel ganz ebenso wie im flüssigen Elemente die Fische leben können.*) Nunmehr gelangen wir zu einer Theorie der Winde, wie wir wenigstens sie noch nirgendwo sonst angetroffen haben und wie sie wohl an Seltsamkeit nicht leicht von einer anderen übertroffen wird. Die Luftsphäre ist nämlich von den Seelen der Abgeschiedenen (demones) bevölkert, welche erst am jüngsten Tage ihre Körperlichkeit wieder erlangen und einstweilen

*) Man bemerkt gleich hier im Eingang eine erhebliche Abweichung von der strengen Tradition der scholastischen Physik: der unbekannte Verfasser wirft offenbar die Sphäre des Feuers mit derjenigen des Himmelskörper zusammen. Die hier beliebte Parallelisirung der Luft- und Wasserthiere war bekanntlich schon dem frühesten Mittelalter, ja sogar der Kirchenväterzeit, geläufig. *Zoeckler* 8) hat alle Nachrichten über diese für uns schwer verständliche Doktrin zusammengestellt, welche durch ihre Annahme einer gemeinschaftlichen Primordialform für Fische und Vögel sogar an die modernen Lehren *Darwin's* erinnert.

der Menschheit in der Form von Winden erscheinen. Es folgt hierauf die Eintheilung der Winde in zwölf Hauptklassen nach ihren Richtungen; vier derselben werden als „venti cardinales", die übrigen als „eorum collaterales" unterschieden. Nachstehend ist das Schema der Winde übersichtlich geordnet:

1. Cardinalwind: Septentrio; rechts von ihm: Arctus; links von ihm: Aquilo oder Boreas. Nordgruppe.

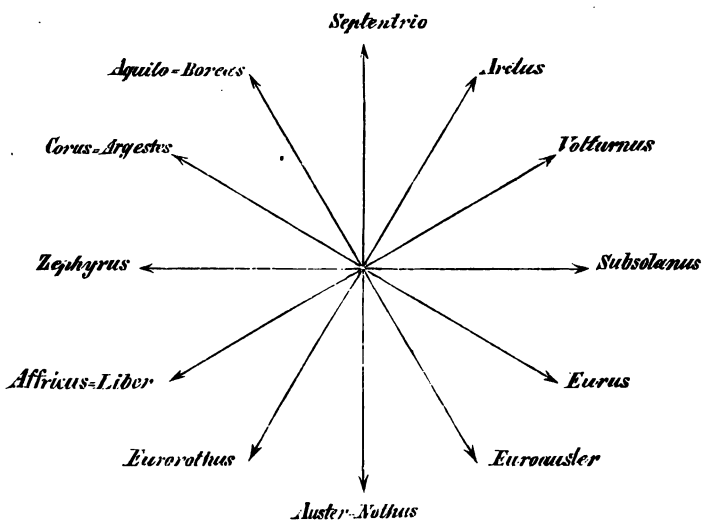
2. Cardinalwind: Subsolanus; rechts von ihm: Volturnus; links von ihm: Eurus. Ostgruppe.

3. Cardinalwind: Auster oder Nothus; rechts von ihm: Euro-Auster; links von ihm: Euro-Nothus. Südgruppe.

4. Cardinalwind: Zephyrus; rechts von ihm: Affricus oder Liber; links von ihm: Chorus oder Argestes. Westgruppe.

Ausser diesen regelmässigen Winden werden noch „Aura" und „Altanus" namhaft gemacht; „aura intra altanus in pelago." Die Windrose des Manuskriptes können wir uns nach dessen Angabe construiren, wie Fig. 1 dargestellt ist. Wir müssen dabei im Auge

Fig. 1.



behalten, dass das „rechts" und „links" nicht etwa auf die Windrichtung selbst in jedem Einzelfalle sich bezieht, sondern auf einen unverrückt feststehenden Beobachter, den wir uns nach Norden

schauend vorstellen müssen. Auch dann jedoch ist die Feststellung dessen, was man unter der linken und rechten Seite des Ost- und Westwindes sich zu denken habe, erst mit Rücksicht auf anderweite Angaben möglich.

Von den meteorologischen Funktionen der Winde weiss der Text Mancherlei zu berichten. Der Nordwind erzeugt Kälte und Wolken, letzteres thut auch Eurus. Die östlichen Stürme sind, weil sie aus feuchten Gegenden kommen, die Erreger der heftigen Stürme auf dem Meere. Sehr bezeichnend erscheint der Zephyr als „hyemem resolvens floresque producens." Donner und Blitz führt der Liber mit sich. Doch wird auch eine allgemeinere Theorie über die Entstehung der Gewitter mitgetheilt. Die Winde saugen wässrige Theile von der Erdoberfläche auf und führen diese mit sich in die höheren Regionen der Atmosphäre hinauf; allda verdichten sie sich zu Wolken. In diesen sind also die Winde sozusagen eingeschlossen; machen sie sich Luft, so zerplatzt die Wolkenhülle mit grossem Geräusch, Regen stürzt herab, und schreckliche Feuerstrahlen ringen sich los. Sind die Winde zufällig sehr kalt, so werden die Regentropfen zu Hagelkörnern gefrieren und als solche zur Erde fallen. Hieran schliesst sich dann eine Betrachtung über den Regenbogen, (arcus in aere quadricolor.)*) Derselbe dankt gleichmässig der Sonne und den Wolken seine Entstehung; die Sonnenstrahlen werden an der mit Wasser gefüllten Wolkenschicht zurückgeworfen. Nebel kommen zu Stande, wenn feuchte Ausströmungen und Dämpfe von der Erde in die Luft steigen und alsdann von den ihnen begegnenden Sonnenstrahlen zurückgetrieben werden; auch der „Rauch der Sonne" (solis fumus) kommt aus dem Wasser. Als allgemeine Ursache für all' diese Erscheinungen wird die angegeben, dass jeder Körper aus vier Elementen zusammengesetzt ist, welche übrigens selbst wieder in

*) Die merkwürdige und geradezu betrübende Abhängigkeit, welche ein der eigenen Naturbeobachtung entfremdetes und in der „Vergleichung der Texte" stagnirendes Zeitalter den Schriftwerken der Alten gegenüber bethätigte, tritt hier recht offenkundig hervor. *Aristoteles* hatte 9) die Lehre vom dreifarbigen Regenbogen aufgestellt, welcher häufig zwischen roth und grün noch eine vierte Mischfarbe erkennen lasse, und für ihn stellte sich allen Vermuthungen nach das für uns so wechselvolle Farbenbild in dieser einfacheren Form wirklich dar 10). Für einen mittelalterlichen Schriftsteller dagegen erscheint diese Bezeichnung „vierfarbig" als nichts weiter denn als sklavische Nachbeterei.

nahen Beziehungen stehen; wenn z. B. das Feuer mit dem Grundstoff der Erde in Berührung tritt, so verwandelt sich letzterer in Asche, und der dabei entwickelte Rauch theilt sich der Luft mit.

Alles in Allem sind die hier entwickelten Ansichten über den Luftkreis und die in ihm sich abspielenden Vorgänge für die damalige Zeit nicht zu verachten; abgesehen davon, dass manche Thatsache ganz richtig aufgefasst ist, steht auch die ganze Art der Auffassung auf einer ungleich rationelleren Grundlage als die mystische Entstehungsursache der atmosphärischen Strömungen, von welcher wir eingangs zu berichten hatten, vermuthen liess. Der einleitende Abschnitt über die Meteore schliesst an der erwähnten Stelle ab, und die Darstellung wendet sich einer Beschreibung des Weltgebäudes im Allgemeinen zu.

§ 4. Ehe wir ihr jedoch dahin nachfolgen, möge es vorher noch gestattet sein, die anemographische Terminologie unseres Autors einer vergleichenden Untersuchung mit Rücksicht auf andere ähnliche Ueberlieferungen aus dem Mittelalter zu unterziehen. Die äusserst gründlich gearbeitete Monographie *d'Avézac's* 11) giebt uns für diesen Zweck alles nur wünschbare Material an die Hand.

Was zunächst die Eintheilung sämmtlicher Winde in Gruppen zu je dreien anlangt, so geht dieselbe bereits auf *Aristoteles* zurück. Von den altgriechischen Namen haben sich in unserem Texte mehrere ganz rein, mehrere in leicht durchsichtiger Veränderung erhalten. So erkennt man in der Nordtriade leicht den Aparctias und Boreas, in der Osttriade den Euros, in der Südtriade den Nothos und Euronothos, in der Westtriade den Zephyros, Libs und Argestes wieder. Andere Bezeichnungen wiederum weisen auf späteren römischen Ursprung hin, und es ist deshalb gar nicht uninteressant, nachzusehen, aus wie vielen und mannigfaltigen Quellen das im vorigen Paragraphen angegebene Schema zusammengeflossen ist. Zunächst ist der Einfluss lateinischer Schriftsteller unschwer zu erkennen, dabei aber ja nicht zu vergessen, dass dieselben, wenigstens in früherer Zeit, von der Classifikation nach Tripeln nichts wussten und lediglich zwei um 45° Drehung verschiedene Axensysteme annahmen, wie wir es ja auch heute noch zu thun gewohnt sind. Bei Vitruv und Plinius finden wir 12) nachstehende Eintheilung, von Nord an dem Drehsinn des Uhrzeigers folgend:

Septentrio	Septentrio	(Nord)
Aquilo	Aquilo	(Nordost)
Solanus	Subsolanus	(Ost)
Eurus	Vulturnus	(Südost)
Auster	Auster	(Süd)
Africus	Africus	(Südwest)
Favonius	Favonius	(West)
Corus	Corus	(Nordwest).

Ein zweiter Haupttheil unserer Windnamen stimmt mit diesen überein; indess kann es keinem Zweifel unterliegen, dass einzelne Namen ihre Bedeutung geändert haben. So ist Aquilo im Laufe der Jahrhunderte aus dem ursprünglichen Nordost nach Nordnordwest umgesprungen; Eurus und Volturnus bedeuteten ehedem das Gleiche, während sie nunmehr zur Unterscheidung zweier verschiedener Abzweigungen des Ostwindes dienen. Dass im früheren Mittelalter die Begriffe Eurus und Südostwind sich deckten, bezeugt u. a. auch der Araber *Kazwîni* 13).

Es kann sonach keinem Zweifel unterliegen, dass unsere Vorlage in ihrem Bestreben, Griechisches und Lateinisches zu verbinden, Mancherlei durcheinandergewirrt hat. Damit steht sie jedoch unter ihren zahlreichen Colleginnen keineswegs allein. Vielmehr beberichtet *D'Avézac* 14), dass auch *Honorius von Autun* in seinem „Weltbild" den Euronothus von seinem rechtmässigen Platze verrückt und hiedurch Unordnung hervorgerufen habe. Unter dieser Versetzung hat möglichweise auch unser Codex gelitten, denn bei ihm ist ebenfalls die Stellung des Euronothus eine ganz anomale. Um eine möglichste Concordanz zwischen unserer Rose und anderen dem Mittelalter entstammenden herzustellen, bringen wir sie nachstehend mit zweien in Parallele, deren eine nach *D'Avézac* 15) die „isidorische", die andere die „gewöhnliche" genannt wird; der Drehsinn bleibt derselbe wie bisher:

Septentrio	Boreas	Septentrio
Aquilo	Aquilo	Arctus
Vulturnus	Vulturnus	Volturnus
Subsolanus	Subsolanus	Subsolanus
Eurus	Eurus	Eurus
Euro auster	Notus	Euroauster
Auster	Auster	Auster-Nothus
Austro Africus	Africus	Euronothus

Africus	Zephyrus	Affricus-Liber
Favonius	Favonius	Zephyrus
Chorus	Circius	Argestes-Chorus.
Circius	Chorus	Aquilo-Boreas.

Diese Zusammenstellung in Verbindung mit den bereits gewonnenen Anhaltspunkten berechtigt uns zu einer Schlussfolgerung, welcher allerdings nur der Werth einer wie wir hoffen nicht allzu willkürlichen Hypothese innewohnt:

Die Windrose des unbekannten Kosmographen, mit welchem wir es hier zu thun haben, weist in der Hauptsache gleichmässig auf *Aristoteles* und *Plinius* zurück. Von den späteren zwölftheiligen Rosen des Mittelalters ähnelt ihr am meisten diejenige des *Isidor*, mit welcher sie acht Individuen völlig gemein hat, ungleich weniger jene, welche von *Albertus Magnus* als *„Rosa usualis“* aufgeführt wird. In zwei Hauptpunkten weicht sie jedoch von allen übrigen ab, einmal in der Position des Euronothus, welche, wie gesagt, möglicherweise unter dem Einflusse des *Honorius Augustodunensis* fehlerhaft angenommen wurde, und dann in derjenigen des Aquilo, welcher sonst überall zwischen Nord und Ost, hier jedoch zwischen West und Nord gelegen ist. *D'Avézac* macht es uns möglich, auch diese Thatsache auf eine bestimmte Quelle zurückzuführen, indem er sagt 16): „Il y a entre la Rose Usuelle d'Albert le grand et celle de Guillaume de Tripoli, une différence, mais une seule: à la triade du Nord, dans celle-ci, les noms de Borée et d'Aquilon ont mutuellement échangé leurs places, Aquilon devenant cardinal et synonyme de septentrion.“ Wenn unter den bedeutenderen Gelehrten jener Zeit die Stellung des Aquilo eine so wenig klare war, so war es wohl möglich, dass derselbe statt um einen halben bei einem Geographen zweiten Ranges wohl auch einmal um einen ganzen Sextanten nach Westen wandern konnte, um so mehr, wenn der Schriftsteller in seiner Anhänglichkeit an die Autorität des Stagiriten auch noch für einen „Arctus“ resp. „Aparctias“ im nördlichen Tripel Platz schaffen zu müssen vermeinte. — Jedenfalls steht ausser Zweifel, dass unsere Windrose ein buntes Gemisch der verschiedenartigsten älteren und neueren Systeme darstellt, und in diesem Sinne darf sie als ein prägnanter Beleg für die unvortheilhafte Eigenart mittelalterlicher Compilationsgelehrsamkeit auch eine gewisse allgemeinere Bedeutung beanspruchen.

§ 5. Nach dieser Abschweifung nehmen wir den Faden unserer Berichterstattung wieder auf. Der astronomische Theil beginnt mit einer detaillirten Angabe der kosmischen Entfernungen, welche wir hier wiederholen*):

Von der Erde zum Mond	stadiorum milia XV DCXXV miliaria.
Vom Mond zum Merkur	VII . DCCC XII mił et semisse.
Vom Merkur zur Venus	Cm̄.
Von der Venus zur Sonne	XXIII . CCCC XXXVI mił.
Von der Sonne zum Mars	XV . DC XXV mił.
Vom Mars zum Jupiter	VII . DCCC XII milia.
Vom Jupiter zum Saturn	Tantum (Ebensoviel).
Vom Saturn zum Firmament	XXII . CCCC XXXVI mił.

Die zwischen den römischen Zahlen befindlichen Punkte fehlen im Originale; wir haben sie deshalb eingesetzt, um die daselbst stillschweigend vorausgesetzte Trennung der verschiedenen Masseinheiten auch äusserlich hervorzuheben. Vor jedem Punkte ist nämlich offenbar zu ergänzen „milia", während die Abbreviatur „mił" für „miliaria" steht und das einmal an letzter Stelle vorkommende „milia" muthmasslich als ein Fehler des Abschreibers anzusehen ist.

Woher diese Zahlen stammen, ist schwer zu sagen. Die einzelnen Entfernungen sind ersichtlich ganz ungeheuer winzig angesetzt, weit geringer als in allen bekannten Schriftwerken astronomischen Inhaltes. Sogar der zweifellos bei der vorliegenden Compilation benützte ältere *Plinius* normirt mit Berufung auf *Pythagoras* den Radius der Mondsphäre zu 126000 St. (à 125 Schritten) 17), also $5^1/_2$ mal grösser. Am auffälligsten jedoch erscheint die Behauptung von der gleichen Dicke der Mars- und Jupitersphäre; aus dem Almagest war dieselbe ganz gewiss nicht zu begründen, und auch der gefeierte *Albategnius* giebt 18) die Differenz in der Dicke jener beiden Kugelschalen, welche hier gleich Null gesetzt wird, zu (3523 — 2099 = 1424) Erdhalbmesser an. Kurz es bleibt nur übrig, auf die schon oben bei Besprechung der Windrose ge-

*) Das richtige Erkennen der Zahlen ist sehr erschwert durch den Umstand, dass die vorkommenden Ziffern dem sonstigen Brauche zuwiderlaufend nicht durch Einschliessung in Punkte als solche charakterisirt erscheinen, sowie noch weiter dadurch, dass die Distanzen zum Theile in einer doppelten Einheit (stadia und milliaria) ausgedrückt sind, welche hier beide berücksichtigt werden mussten.

äusserte Ansicht zurückzukommen, dass wir es mit einem Produkte des kühnsten Eklekticismus zu thun haben.

Die genannten sieben Sterne werden wegen ihres willkürlichen Laufes durch den ganzen Himmel Planeten genannt, doch werden sie auch durch die ungeheure Geschwindigkeit des Umschwungs des Fixsternhimmels zu einer stetigen Bewegung von Ost nach West gezwungen. Höchst originell wird diese Doppelbewegung durch den Vergleich mit einer Mücke illustrirt, welche auf der Peripherie eines in Bewegung befindlichen Mühlrades sitzt und trotzdem auf dieser sich hin- und her bewegen kann. Indem die Wandelsterne der Schiefe der Ekliptik (signifer) folgend herumschweifen, treffen sie mit den Strahlen der Sonne zusammen und werden durch diese entweder zu einem rückläufigen Gange oder doch wenigstens zum Stillstande genöthigt. Hier haben wir den direkten Ausfluss plinianischer Planetentheorik, wie ihn Verf. dieses bereits in einer anderen Kosmographie jener Periode nachwies 19) und wie ihn noch ein paar Jahrhunderte später *Tycho Brahe* 20) in einem Briefe an *Pratensis* mit folgenden treffenden Worten abzufertigen sich veranlasst sah: „Neque enim Solis radii quasi catena aut alia quadam combinatione sunt cum planetis alligati qua eos hac vel illac impellant, trahant aut retrahant, nisi vim quandam quasi magneticam illis hoc modo inesse imaginemur ... uti de his dictis ratiocinatur Plinius."

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen kommt das gegenseitige Verhältniss von Mond und Sonne an die Reihe. Letztere ist von beiden der grösseren Himmelskörper; der erstere ist kugelförmig und besitzt eine halb feurige halb wässrige Natur, weshalb er auch selbst kein Licht auszusenden vermag und die von der Sonne auf ihn geworfenen Strahlen nach Art eines Spiegels zurückgiebt; diese seine Eigenschaft soll auch des Mondes Namen erklären, denn „luna" ist gleichbedeutend mit „lucinia" d. h. „a luce nata!" Die der Sonne abgewendete Hälfte der Mondkugel bleibt immer dunkel. Den Umfang des Zodiakus durchwandert der Mond in 27 Tagen; sind 19 Jahre verflossen, so beginnen die mit dem Mondlauf in Beziehung stehenden Ereignisse wiederzukehren — eine Anspielung auf die *Meton*'sche Periode. Auch ein paar Witterungsregeln in ihrem Zusammenhange mit den Mondphasen finden hier ihre Stelle.

Der nächste Planet, von der Erde aus gerechnet, ist Merkur

oder Stilbon, nach *Wolf* 21) seines hellen, funkelnden Lichtes halber mit diesem letzteren wohl nur wenig bekannten Beinamen beehrt. Er ist kugelförmig, feurig, grösser als der Mond, empfängt sein Licht von der Sonne und durchläuft den Thierkreis in 339 Tagen.*) Es folgt die Venus, eine Tochter des Zephyr und der Aurora (?), in ihren wesentlichen Eigenschaften mit dem Merkur übereinstimmend, zugleich Abend- und Morgenstern, von 348 Tagen Umlaufszeit. Wir wissen nicht, ob abgesehen von dem unverbürgten Gerüchte 22), *Aeneas* habe diesen Planeten am hellen Tage gesehen, noch ein früheres Zeugniss für dieses Phänomen gefunden wird, als dasjenige unseres Manuscriptes: „quin etiam meridie nitens."

Wir haben bereits bemerkt, dass gewagte Etymologieen zu den Liebhabereien unseres Kosmographen gehören. So leitet er auch den Namen des vierten Planeten, „sol", davon her, „quia solus luceat ceteris stellis obscuratis vel quod sit super omnia lucidas." Ebenfalls sphärisch und feurig übertrifft sie die Erde an Grösse hundertmal und verleiht allen übrigen Sternen ihr Licht. Da eine Ausnahme betreffs der Fixsterne nicht gemacht wird, so scheint ein ähnlicher Irrthum vorzuliegen, wie derjenige, in welchen nach *Maedler* der arabische Jude *Messalah* verfallen sein soll 23). Den Thierkreis durchläuft sie in 345 (!) Tagen**), hingegen erst in 28000 Jahren ihren Kreis um den Pol. Hier liegt anscheinend eine Verquickung zweier astronomischer Theorien vor, einer richtigen und einer irrthümlichen, nämlich der sogenannten Präcesion und Trepidation der Aequinoktialpunkte, deren beiderseitige Perioden man identificirte. Für die jährliche Präcession fände sich hiernach der Werth von ungefähr 46 Secunden, was von der heutzutage gültigen Constante (48″) nicht allzuweit abweicht. Während des Tages beleuchtet die Sonne die eine Halbkugel, während der Nacht die andere. Auch die Ursache der Jahreszeiten wird im Wesentlichen correkt angegeben. Nebliges Aus-

*) Bekanntlich ist in Wirklichkeit seine Umlaufszeit viel geringer; man muss bedenken, dass der geocentrische Standpunkt zu deren Bestimmung keine festen Merkmale besass.

**) Die schon oben ausgesprochene Muthmassung, dass der Schreiber des Codex, wie diess ja so häufig vorkam, vom Inhalt seines Textes nicht viel verstand, wird augenfällig durch dieses grobe Versehen bestätigt; es ist nämlich XL statt LX geschrieben.

sehen des Tagesgestirns bei'm Aufgang verkündet einen Regentag; sendet es bei sonst hellem Scheine nach allen Richtungen seine Strahlen aus (das sogenannte Wasserziehen), so darf man feuchte und windige Witterung erwarten.

An vierter Stelle erscheint Mars oder Pyroeis (der Röthlichglänzende). Seine Qualitäten sind von denen der anderen Planeten nicht verschieden, seine Umlaufszeit dauert zwei Jahre. Auch vom Jupiter, Phenon oder Pheton, bei dem die Revolution 12 Jahre in Anspruch nimmt, ist nichts Neues zu bemerken. Dann kommt Saturn oder Phetón (?); er braucht zum Durchwandern „seiner sämmtlichen Kreise" 32 Jahre. Hierunter sind die verschiedenen Epicykel verstanden.

Der nächste Abschnitt erörtert, welches „die höchsten Kreise" der Planeten, vom Erdmittelpunkt aus gerechnet, seien. Dieser Ausdruck ist so dunkel wie möglich, indess dürfen wir aus dem Folgenden mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass es sich um die Fixirung derjenigen Oerter an der Himmelskugel handelt, in welchen die einzelnen Wandelsterne ihre grösste Entfernung von der Ekliptik erreichen. Dieser Ort fällt für Saturn in das Zeichen des Skorpions, für Jupiter in das der Jungfrau, für Mars in den Löwen, für die Sonne, die ja nach der complicirten Trepidationstheorie keinen mathematischen Kreis sondern eine Wellen- (Sinus-) Linie beschrieb, in die Zwillinge, für Venus in den Schützen, für Merkur in den Steinbock, für den Mond in den Widder. In der That lässt auch das Planetenbild des cod. lat. 14436, dessen wir in jenem obenerwähnten Aufsatze gedachten, keinen Zweifel darüber, dass man das Maximum der Digression für zwei verschiedene Planeten niemals in ein und dasselbe Sternbild verlegte. Die den einzelnen Sternen beigelegten Farben- und Helligkeitsbezeichungen geben wir, da sie sich nur schwer treffend übersetzen lassen, am besten in der Ursprache wieder; dabei ist als ein merkwürdiger Nebenumstand der hervorzuheben, dass Abend- und Morgenstern als zwei verschiedene Individuen behandelt werden, während doch vorher der Wahrheit gemäss auf deren Identität hingewiesen worden war. Es eignet also dem Saturn „candidus", dem Jupiter „clarus", dem Mars „igneus", dem Lucifer „candens", dem Hesperus „refulgens", dem Merkur „radians", dem Mond „blandens", der Sonne „ardens color." Die Intensität des Lichtes wie das Farbenspiel ändern sich übrigens mit der variablen Entfernung

des Gestirnes von der Erde; ein bleicherer Schimmer und ein erhöhterer Glanz deuten darauf hin, dass jenes sich in kälteren oder wärmeren Regionen aufhält.

Der „Zeichenträger" oder Thierkreis ist, wie bekannt, in zwölf gleiche Theile oder Bilder eingetheilt, und in dem durch ihn repräsentirten Gürtel bewegen sich die Planeten. Doch ist ihr Lauf kein gleichmässiger, vielmehr nimmt der eine mehr, der andere weniger Spielraum im Zodiakus für sich in Anspruch. Die Sonne hält sich ganz in seiner Mitte, der Mond durchkreuzt ihn seiner ganzen Breite nach, Venus tritt an zwei Stellen aus ihm heraus, Merkur verbleibt stets innerhalb eines Raumes von 8, Mars innerhalb eines solchen von 4 Theilen, Jupiter hält sich stets unter der Mittellinie, Saturn über derselben. Diese Beschreibung wird sofort verständlich, sobald man sich die Thierkreiszone durch aequidistante Parallelkreise zur Ekliptik in 12 einzelne Zonen eingetheilt denkt und nunmehr zusieht, innerhalb welcher Gürtel die betreffende Planetenbahn verläuft; die Mittellinie ist natürlich mit dem Sonnenkreis selbst identisch. Dieser ganze Passus ist ein nur unbedeutend abgekürzter Auszug aus *Plinius* 24), dessen Autorität auf astronomischem Gebiete selbst noch bis in die neuere Zeit herein einen wenig segensreichen Einfluss übte*). Zudem ist der Codex diessmal wieder ungenauer als sein Vorbild; denn *Plinius* sagt ausdrücklich, dass Jupiter an zwei Stellen ein wenig in den oberen Raum hereintrete, während er hier gänzlich im unteren verbleibt.

Während im Allgemeinen neue Abschnitte lediglich durch eine etwas grössere rothgefärbte Initiale signalisirt werden, treffen wir jetzt ausnahmsweise auf eine Kapitelüberschrift: „de sono eorum." Die sieben Sphären vollziehen ihre Umwälzung in „süss klingender" Harmonie und erzeugen dabei die lieblichsten Töne. Leider werden diese für unser menschliches Ohr niemals vernehmbar, denn erstens liegt ja der Ort ihres Entstehens jenseits unseres Luftkreises, und zweitens ist unser Hörvermögen ein viel zu enges, um Töne von solcher Grossartigkeit in sich aufzunehmen.

*) „Wozu", sagt der wackere *Maestlin* im Jahre 1582 anlässlich seiner Recension von *Frischlin's* astronomischem Lehrbuch 25), „die periodische Bewegung des Merkur, die längst aus genauen Beobachtungen bekannt ist, nach ungenauen oder verdorbenen plinianischen Stellen angeben?"

Jener erste Grund wird noch weiter in einer Weise ausgeführt, welche eine ganz sachgemässe Auffassung des Wesens der Ton-Uebertragung verräth: kein Klang kann zu unserem Ohre dringen, der nicht innerhalb der Atmosphäre erregt ward. „A terra autem usque ad firmamentum celestium musica mensuratur ad cujus exemplar nostra exempla mensurantur."

Es beginnt hierauf die sehr einlässliche Beschreibung des Thierkreises und seiner Zeichen. Das erste derselben ist das des Widders, der Sage nach desjenigen, welcher die Argonautenfahrt veranlasst hat und später an den gestirnten Himmel versetzt worden ist. Er trennt die Himmelskugel in eine linke und rechte Hälfte, so dass die Sonne im Sommer zu seiner Rechten, im Winter zu seiner Linken verbleibt — aus dem Metaphorischen in die gewöhnliche Sprache übertragen, er markirt den Durchschnittspunkt von Ekliptik und Aequator, was freilich im vierzehnten Jahrhundert nur sehr bedingt noch Geltung hatte. Der Stier ist mythologisch der bei'm Raube der Europa betheiligte; seine Versetzung unter die Gestirne dankt er dem Umstand, dass jene Zeit, während deren sein Bild die Sonne beherbergt, die für die Feldbestellung und Pflügung geeignete ist. Die Zwillinge, Castor und Pollux, wurden nach ihrer Rückkehr von Troja der Ehre der „translatio" theilhaftig; der astronomische Sinn dieser letzteren erhellt daraus, dass die Sonne in diesem Zeichen zwei Tage länger verweilt, als in einem der übrigen. Der nun folgende Krebs ist derjenige, welcher dem Herakles bei'm Bekämpfen der lernaeischen Hyder lästig fiel und sich auf diese gewiss ungewöhnliche Weise ein Plätzchen am Himmel „permeruit"; die Analogie des Krebsganges mit der in diesem Zeichen stattfindenden Umkehr der Sonne rechfertigt die Wahl. Der Löwe entstammt gleicherweise der herakleischen Legende. Die Deutung dieses Bildes in astronomischer Hinsicht ist sehr gesucht und anderwärts wohl kaum ähnlich zu finden: Ebenso wie der Löwe in seinem vorderen Theile eine heisse, in seinem hinteren eine kalte Natur aufweist, ebenso ist die Temperatur im Monat August, wenn also die Sonne im Löwen steht, anfänglich sehr warm, später aber gemässigt. Die Jungfrau ist eine Tochter des Ikarus; ebensowenig als ein jungfräuliches Weib gebären kann, ebensowenig bringt der zugehörige Monat September irgend etwas aus der Erde hervor. Die von der Jungfrau in der Hand gehaltene Wage (libra scilicet bilance)

ist diejenige der Gerechtigkeit; sie ist das Sternbild des Aequinoktium. Die Erklärung des Skorpionzeichens, dass derselbe den grossen Jäger Orion tödtlich verwundete, ist bekannt, minder wohl der Zusatz, dass er wegen des Zornes der Erde sich in den Himmel flüchten musste. Dem soll in einer für uns unerklärlichen Ideenverbindung die Oede der Natur im November entsprechen. Den neunten Platz behauptet der Schütze (sagittarius oder architenens), nach Ansicht des Verfassers ein gewisser Aleon, der einen seinen Sohn bedrohenden Skorpion, ohne ersteren zu verwunden, mit seinen Pfeilen erlegte. Auch hier ist die Interpretation so geschraubt, als nur möglich, denn einerseits sollen durch jenes Sinnbild die Blitzschläge angezeigt werden, welche im Monat Dezember „in aliquibus locis" sich ereignen, andererseits aber die Thatsache, dass jetzt die Sonne den untersten (südlichsten) Theil ihrer Bahn durchläuft. Der Steinbock soll derjenige sein, welcher den verstossenen Jupiter nährte (eigentlich die Ziege Amalthea); gewählt ward er als Symbol des Wintersolstitiums deshalb, weil in ihm die Sonne dem die Höhen erklimmenden Thiere vergleichbar ihre Bahn wieder hinanzusteigen beginnt. Unter dem Wassermann haben wir uns den Göttermundschenk Ganymedes vorzustellen; er weist auf den feuchten, sonnenlosen Charakter des bezüglichen Zeitabschnittes hin. Auf der Flucht vor dem „Riesen Typheus" (oder besser Typhon) warf sich Venus sammt ihrem Sohne in den Nil und verwandelte sich und ihn in jenes Paar Fische, welches von da an als zwölftes und letztes Zeichen am Himmel prangt und die Regenzeit verkündigt.

Die Astromythologie des Codex ist eine ganz eigenthümliche. Vergleicht man die einzelnen erzählten Fabeln mit den anderen bekannten Varianten, wie sie uns von *Aratus, Ovidius, Manilius* u. a. überliefert werden und wie wir sie in grösster Ausführlichkeit und Genauigkeit z. B. in *Lalande's* Astronomie 26) zusammengestellt finden, so constatiren wir leicht, dass sehr vielfach die überkommenen Deutungen einfach angenommen wurden, so z. B. betreffs des Widders, der Zwillinge, des Krebses, der Waage — nur dass bei jenen die Mythologen dem Nil (Aegyptus) den Euphrat substituiren. Völlig auf eigenen Füssen steht dagegen der Autor in seiner Exegese der Jungfrau, des Skorpions und des Aquarius, und da wir doch von einem spätscholastischen Klosterschriftsteller mit vollster Sicherheit annehmen dürfen, er

habe sich heidnische Sternfabeln niemals nach eigenem Ermessen zurechtzulegen gewagt, so wäre es gar nicht uninteressant zu wissen, welche antiken Muster ihm bei Ausarbeitung des betreffenden Paragraphen zur Vorlage dienten.

Sowohl von diesen Thierkreisbildern als auch von allen übrigen Katasterismen befindet sich stets die eine Hälfte sichtbar über der Erde, die andere unsichtbar unter der Erde. Jede der beiden Himmelshälften wird „Hemisphäre" genannt; getrennt werden dieselben dnrch den „Orizon." Dieser letztere lässt sich weit leichter als auf dem Festlande auf der offenen See erkennen, wo kein Hinderniss für das Auge mehr vorhanden ist. Der Horizont erstreckt sich über eine Längenausdehnung von 360 Stadien, während in Folge dessen unser Auge einen Kreis von 180 Stadien im Radius bestreichen kann. Grösser kann das Gesichtsfeld nicht werden, da die Rundung der Erde einer solchen Vergrösserung widerstrebt. Diese Erklärung des Gesichtskreises und seiner Beziehung zur Kugelgestalt des Erdkörpers ist für jene Zeit aller Ehren werth. Wäre uns die Grösse eines erwachsenen Menschen in Bruchtheilen des hier durchgängig als Einheit verwendeten Stadions bekannt, so wäre es leicht, aus seiner Zahlangabe einen Rückschluss auf die ebenda postulirte Grösse des Erdhalbmessers zu machen.

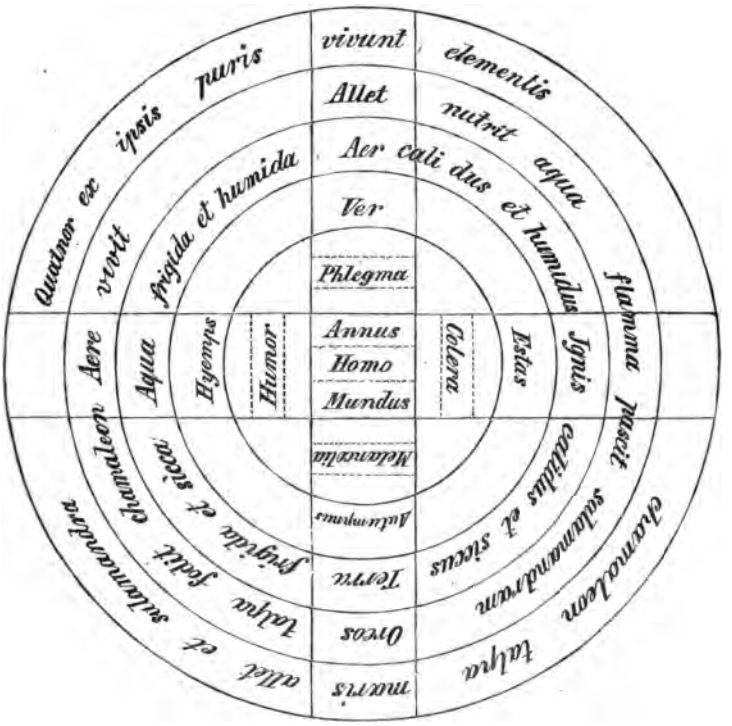
Es ereignet sich, dass zur Nachtzeit das Mondlicht plötzlich abzunehmen beginnt; dieser „Lichtdefekt" ist eine Eklipse. Eine zweite Art von Verfinsterung kann dann eintreten, wenn der Mond zwischen Erde und Sonne so zu stehen kommt, dass die drei Himmelskörper in ein und derselben Geraden liegen.

§ 6. Den astronomischen Erörterungen reiht sich eine kurze Betrachtung über das Weltgebäude im Allgemeinen und dieser dann die eigentliche physische Weltbeschreibung an, welch' letztere freilich auch nur als ein Anhängsel der aristotelischen Naturphilosophie erscheint.

Der Name „mundus" wird hergeleitet aus „motus", d. h. aus der der Welt allseitig imprägnirten Bewegungstendenz. Das Weltganze bewegt sich unaufhörlich nach Art eines runden Balles, und die vier Elemente sind in ihm nach Massgabe der verschiedenen Schichten eines Ei's vertheilt. Dieser Vergleich ist uns als den arabischen Kosmographen sehr geläufig im ersten und zweiten Hefte dieser „Studien" mehrfach 27) entgegengetreten; so bedient

sich seiner das „Bild der Welt“ des *Omons* oder, wie wir uns damals correkter ausgedrückt hätten, des *Honorius von Autun*, auf das als auf eine muthmassliche Quellenschrift für unsere Vorlage wir schon einmal aufmerksam gemacht worden sind. Unmittelbar an diese Parallelisirung schliesst sich ein eigenthümliches Weltschema an, wie es dem Verf. dieses wenigstens noch bei keinem anderen Schriftsteller der fraglichen Zeit vorgekommen ist. Fig. 2 stellt dasselbe im möglichster Treue dar; die Kreise

Fig. 2.



und die vier Kardinalstriche sind im Original ursprünglich theils mit Bleifeder theils mit Tinte ausgezogen und mit Röthel schattirt; die von uns gestrichelt wiedergegebenen Linien hat eine unsichere Hand ohne Lineal mit dem Schreibrohr gezogen. Mehrere Partieen sind auf stark radirten Untergrund geschrieben. Da ein begleitender Text zu dieser Zeichnung fehlt, die Darstellung

vielmehr, wie wir sehen werden, unmittelbar zur Weltschöpfung fortschreitet, so müssen wir ihre Erklärung aus eigenen Mitteln versuchen. Den Mittelpunkt der wahrnehmbaren wie der intellektuellen Welt bildet getreu dem anthropocentrischen Standpunkt der Religion und Philosophie jenes Zeitalters der Mensch, welcher alle in und ausser ihm vor sich gehenden Begebenheiten nach Zeit und Raum sich zurechtlegen muss. Erstere ist durch das Wort „Jahr", letzterer durch „Welt" charakterisirt. Obwohl aber jede der drei Grundformen eine selbstständige Einheit darstellt, so lässt doch jede noch weitere Unterabtheilungen zu, welche im Bilde am besten in Form concentrischer Kreisringe gegeben werden. Die erste Zone erfüllen die vier Temperamente des Menschen, die zweite die vier Unterabtheilungen des wichtigsten Zeitmaasses, des Jahres, in die dritte werden die vier Elemente so gestellt, dass der Uebergang des einen in das andere sich deutlich erkennbar abspiegelt, wie denn z. B. warme und feuchte Luft gewissermassen ebensogut dem luftförmigen, als dem feurigen Grundstoff zugerechnet werden darf.*) Der nächste Ring stellt jedes Element mit einem gewissen Vertreter jenes ersteren aus dem Thierreich zusammen; der Salamander ist der natürliche Repräsentant des Feuers, der in der „Unterwelt" hausende Maulwurf derjenige der Erde, ob das Chamäleon auch anderwärts der Luft zugeordnet wird, ist uns nicht bekannt. Jedenfalls gehört dasselbe zu den Lieblingsfabelthieren der zeitgenössischen Physiologus-Literatur und ward durch die Phantasie der betreffenden Schriftsteller verschwenderisch mit allen möglichen und unmöglichen Eigenschaften ausgestattet. Homo, annus und mundus haben sonach jeweils eine Vierzahl von Qualitäten erhalten; das Ganze

*) Eine merkwürdige Aehnlichkeit verräth dieser Theil des Weltbildes mit einer den Chinesen geläufigen Symbolisirung. Von den sogenannten Kua's dieses Volkes, welche nach der Ansicht gelehrter Phantasten eine ganz unergründlich tiefe Weisheit in sich schliessen sollten, berichtet *Cantor* 28): „Die acht Kua's des *Fohy* sind überhaupt keine Zahlen, sondern haben eine physikalische Bedeutung. Sie heissen der Reihe nach Luft, Regen, Wasser, Berg, Erde, Donner, Feuer, Wind, so dass also, wenn sie um eine Kreisperipherie herum geschrieben werden, die vier Elemente Luft, Wasser, Erde, Feuer an den Endpunkten zweier zu einander senkrechter Durchmesser auftreten, und zwischen je zwei Elementen ein Mittelbegriff sich findet, der an beide erinnert."

spricht laut genug für die in mittelalterlichen Schriftwerken gar nicht seltene Sucht der Classificirung nach der Zahl vier, welche u. a. sogar zu den lächerlichen Versuche einer Eintheilung aller deutschen Staaten und Stäätchen „nach Quaternionen" führte.

§ 7. Was nun die Schöpfung dieser so eben näher beschriebenen Welt angeht, so sind in dieser fünf Momente zu unterscheiden. Wir wollen aber gleich anfänglich erwähnen, dass uns nur von deren vier erzählt und das fünfte in der Feder zurückbehalten wird. Vor der Schaffung der Körperwelt existirte dieselbe doch schon präformirt „im göttlichen Geiste"; dieser Zustand wird der „Archetypus" genannt, im Anfang bestand „das Leben" („und schreibe getrost, im Anfang war die That.") Völlig nach dem Plane dieser göttlichen Grundidee entstand dann „mundus sensibilis" einstweilen aber noch in der rohen, undifferenzirten Materie, oder, modern gesprochen, im Chaos. Der dritte Schöpfungsakt bestand darin, dass die Dinge ihre Form und vor allem die einzelnen Haupttheile ihre sphärische Gestalt bekamen; dieser Akt ist es, welchen unser Verfasser dem eigentlichen Hexaëmeron gleichsetzt: „In sechs Tagen schuf Gott seine guten Werke." Von hier ab scheint der Verf. statt fortgesetzter willkürlicher Akte eines extramundanen Weltbaumeisters das Walten eines constanten Naturgesetzes annehmen zu wollen, denn als „quartum momentum" erscheint jetzt die Abstammung jedes einzelnen Individuums von einem anderen seines Gleichen, des Thieres vom Thiere, des Baumes vom Baume, überhaupt die Entstehung neuer Generationen aus dem Samen der älteren. Sämmtlichen Elementen ist der Stoffbegriff (yle = ὕλη) gemeinsam, d. h. die Worte Hyle, Natur und Elemente sagen wesentlich das Nämliche aus. Feuer, Luft, Wasser und Erde sind in Form eines Kreises so mit einander verbunden, dass Feuer in Luft, Luft in Wasser, Wasser in Erde, Erde in Feuer oder in umgekehrtem Fortschreitungssinne Erde in Wasser, Wasser in Luft, Luft in Feuer übergeht. Mit Beziehung auf das vorstehende Diagramm geschieht dann der Zwischenglieder Erwähnung, welche gewissermassen als verbindende Arme zwischen den einzelnen Extremen sich ausbreiten „uud deren gegensätzliche Natur zu einem einheitlichen Bündniss nachbarlich vereinigen." „Nam terra arida et frigida frigidae aquae connectitur, aqua frigida et humida aeri astringitur, aer humidus et calidus calido igni associatur, ignis calidus et aridus aridae terrae copulatur." In

diesem Satze ist die gewandte vier verschiedene Zeitwörter geschickt verwendende Stylistik anderen Stellen gegenüber zu betonen. Von diesen Elementen sind Erde und Feuer das spezifisch schwerste und leichteste, weshalb ihnen auch bezüglich der unterste und oberste Platz im Weltraum zukommt. Wasser und Luft lagern zwischen beiden mitten inne, das schwerere Wasser näher an der Erde. Jedes der drei Elemente ist ebenso wie die Erde mit Lebewesen bevölkert; im Wasser leben die schwimmenden Fische, im Luftkreis die fliegenden Vögel, in der Feuersphäre endlich die strahlenwerfenden Gestirne nebst der Sonne. Diese Gleichstellung lässt einen gewissen schon oben in einer Randnote erwähnten Bruch mit der landläufigen scholastischen Tradition besonders scharf hervortreten. Denn wenn auch allerdings die gnostische Lehre, zu welcher bis auf *Copernicus* herein die Gesammtheit der Naturkundigen mit geringen Ausnahmen sich bekannte, in den Himmelskörpern beseelte Wesen erblickte, so hätten doch Viele nicht gewagt, eine vollkommene Analogie zwischen Gestirnen und Thieren zuzulassen; die Materie, aus welchen erstere bestanden, war etwas besonderes, überirdisches, ein eigenes fünftes Element. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass unser Kosmograph, wenigstens in dieser Frage, zu den Ansichten der Skotisten sich bekannte. „Nach *Aristoteles*", sagt *Schneid* 29), „sind die Himmelskörper incorruptibel und unwandelbar, *Duns Scotus* und seine Schule läugnet nicht bloss diess, sondern auch die weitere Lehre des „Philosophen", dass die Materie der Himmelskörper eine spezifisch andere sei, als die der sublunarischen Körper."

Der ungeheure Erdkörper („terrae enormitas") ist von völlig runder Gestalt, weshalb man auch von einem Erdkreis spricht. Wie die Mehrzahl der mittelalterlichen Geographen legt auch dieser Werth darauf, den aus den Unebenheiten der Oberfläche allenfalls herzuleitenden Bedenken von vornherein entgegenzutreten. Wer in gewisser Höhe, meint er, aus der Luft auf unseren Wohnort herabblicken könnte, dem würden die gewaltigen Bergmassen und die tiefen Höhlungen der Thäler vollständig aus den Augen schwinden, und er würde ganz ebenso nur eine mathematische Kugel erkennen, wie der, der einen Ball in seiner Hand hin- und herbewegt, aller dieser Unebenheiten unerachtet aber nur die sphärische Form desselben fühlt. Die Grösse des Erdumfanges

soll 380000 Stadien oder 12000 Miliaria — wie oben die hypothetisch mit der altrömischen Meile identificirte Miglie — betragen.

Diese Zahlen sind aber ersichtlich so entsetzlich corrumpirt, dass mit ihnen nicht das Geringste anzufangen sein dürfte, denn während 30) die dem Mittelalter geläufigen Zahlwerthe im Allgemeinen zwischen 50 und 60 Meilen für den Meridiangrad schwanken, ergäbe jene Bestimmung dafür die lächerlich geringe Grösse von $33^1/_3$ Miglien. In der Mitte der Erde befindet sich auch der Mittelpunkt des Universums; derselbe befindet sich nach allen Seiten hin im Gleichgewicht und zwar nicht etwa durch eine eigene Unterstützung, sondern einzig mittelst der ihm innewohnenden „divina potentia." Die Thatsache, dass die Erde so zu sagen in der Luft zu hängen oder auf das Nichts begründet scheint, darf kein Befremden erregen, denn sie befindet sich am Orte ihrer Stabilität, „sicut aliud elementum occupans suae qualitatis metam." *) Die richtige Auffassung des für eine Kugel gar nicht bestehenden Gegensatzes Oben = Unten war, wie wir durch vielerlei Belege wissen, auch den Gelehrten jener Epoche noch gar nicht recht in Fleisch und Blut übergegangen, obwohl selbstverständlich in der Theorie das Dilemma längst entschieden war, sobald man sich gewöhnt hatte, die Frage nach der Existenzberechtigung der Antipoden mit Ja zu beantworten.

Umgeben wird der Erdball vom Oceanus, dessen tiefer Schlund („abyssus") jenen wie ein deckender Mantel umgiebt. Seine Wassermassen dienen auch zugleich zur Speisung der innerirdischen Gewässer, welche das Erdmassiv ganz ebenso wie die Blutgefässe den menschlichen Körper durchziehen und, wenn sie zu Tage treten, der ausgetrockneten Erdrinde das nothwendige Nass zuführen. Gewissermassen als Beweis hierfür wird der Umstand namhaft gemacht, dass man überall auf Wasser stosse, wo man auch in die Erde hineingraben möge. Da haben wir also die vollständige Schwammtheorie in ihrer Reinheit, von welcher wir im dritten Hefte eine detaillirte Skizze zu entwerfen uns gezwungen sahen 31). Vor Allem mit der Einkleidung, welche

*) Das Wort „meta", ursprünglich eine Spitzsäule bedeutend, dient in der Uebertragung aus der römischen Sportnomenklatur auch zur Bezeichnung von Wendepunkt, Schlusspunkt. So ist hier wohl gemeint, jedes Element müsse solange einer Fallbewegung unterliegen, bis es in die von der Vorsehung ihm bestimmte Gleichgewichtslage gelange.

Ristoro Aretinus der Doktrin von der kosmologischen Bedeutung der communicirenden Röhren giebt (a. a. O.), stimmt die Darstellung unseres Textes überein.

§ 8. Die Oberfläche der Erdkugel wird in fünf Zonen eingetheilt, deren beide äussere wegen Kälte unbewohnbar sind, während für die mittlere der daselbst herrschenden Hitze halber ein Gleiches gilt. Letztere wird eben von der Sonne niemals verlassen, keine der kalten Zonen hingegen jemals von ihr erreicht; in den beiden bewohnbaren Erdstrichen findet sich eine nach Wärme und Kälte gemässigte Temperatur vor. Die Grenzlinien dieser Zonen theilen sich in eine heisse (Aequator), zwei gemässigte (Wendekreise) und zwei kalte (Polarkreise). Die Meinung, dass es zwei bewohnbare Erdräume gebe, spricht immerhin für eine gewisse Freiheit von Vorurtheilen, denn wir haben schon früher 32) es ausgesprochen, dass gar Manche der Südhalbkugel überhaupt die Eigenschaft absprachen, einen Aufenthaltsort für Menschen zu bieten. Der auf der Nordhemisphäre bewohnbare Theil zerfällt durch das mittelländische Meer speziell wieder in drei Hauptgruppen: Europa, Asien, Afrika. Die nähere Kennzeichnung der Lage dieser drei Erdtheile ist eine so eigenthümliche, dass sie besser wörtlich hier steht: „Asia e septentrione per orientem usque ad orientem meridiem (meridionalem?), Europa ab occidente usque ad septentrionem, Affrica a meridie usque ad occidentem extenditur.“ Aller Wahrscheinlichkeit nach soll sich diese Lagebestimmung auf die Längsaxen der zu einem Continente vereinigten Ländermassen beziehen, doch ist sie selbst unter dieser Voraussetzung nur dann mit einem festen Sinn verbunden, wenn man sich vergegenwärtigt, wie äusserst wenig man von dem Areal Asien's und Afrika's wirklich kannte. Auf den ptolemäischen und arabischen Karten hat die Axe des asiatischen Festlandes (Baktrien — Pelusium) allerdings eine nordöstliche, diejenige Nordafrika's (Aethiopien — Säulen des Herkules) eine nordwestliche Richtung.

„Sehr früh ward“ nach *Peschel* 33) „dem Paradies in dem äussersten Osten Asiens ein stiller Platz gesichert. Der schwärmerische *Kosmas*, mit dem Beinamen der Indienfahrer, verlegte es noch über China hinaus in Räume, die ihm unbetretbar für alle Sterblichen erschienen.“ Weshalb, das erfahren wir aus dem Codex. Die östlichste Region des Welttheils Asien, welcher dieser

seinen Namen von einer früheren Beherrscherin trägt, ist das Paradies, der Ort aller Seligkeiten, für Menschen aber „unbewohnbar", weil es von einem feurigen bis an den Himmel reichenden Gürtel allenthalben umschlossen ist. Dortselbst befindet sich der Lebensbaum, dessen Früchte durch ihren Genuss zur Unsterblichkeit verhelfen; ferner entspringt im Inneren des Paradieses eine Quelle, welche alsbald sich in vier verschiedene Wasserläufe verzweigt und solchergestalt vier Ströme nach den entferntesten Ländern versendet. Die Ueberzeugung, dass die vier symbolischen Paradiesflüsse, von welchen die heilige Schrift erzählt, mit gewissen annoch vorhandenen Flüssen einerlei seien, eine durch die allgemeine geographische Unwissenheit und die thatsächliche Unzugänglichkeit des Ursprungs gerade gewisser Hauptströme noch stärker befestigte Ueberzeugung ward wohl von der überwiegenden Mehrzahl damaliger Theologen und Naturkundiger getheilt. Nach *Santarem* ergiessen sich bei *Andreas Bianco* vier grosse Wasserfälle aus dem in der Höhe gelegenen Berge Eden nach den vier Kardinalrichtungen 34). Die vier Flüsse sind der Physon oder Ganges, der Geon oder Nil, der Tigris und der Euphrat. Der erstere fliesst gegen Osten und wird vom Weltmeer aufgenommen; der zweitgenannte steht auf (surgit, d. h. wohl tritt zu Tage) in der Nähe des Atlasgebirges, verschwindet dann sehr bald wieder unter der Erde und wird an der Küste des rothen Meeres zum anderen Male sichtbar, um alsdann Aethiopien und Aegypten zu befruchten und, unweit Alexandria's, in sieben Aeste zertheilt, in's Mittelmeer sich zu stürzen. Was endlich den Euphrat und Tigris anlangt, so entströmen dieselben den armenischen Bergen und sind ebenfalls Nebenflüsse des Mittelmeeres; auf ihrem Wege durchziehen sie meist öde und nur von wilden Thieren bewohnte Landstriche.

Die hier aufgestellten hydrographischen Theorieen dürften den interessantesten Theil der ganzen Abhandlung repräsentiren, da wir uns nicht erinnern können, in irgend einer der zahlreichen bekannten Kosmographieen völlig Uebereinstimmendes vorgefunden zu haben. Zunächst ist einleuchtend, dass die vier erwänten Flüsse, man mag der geographischen Phantasie des Erfinders dieser Hypothese noch so nachsichtigen Spielraum gewähren, gewiss nicht den vier Himmelsgegenden entsprechen, da doch der wesentlich parallele Lauf der beiden mesopotamischen Wasseradern seit der Zeit der Kreuzfahrer auch im verstecktesten Winkel Europa's be-

kannt sein musste. Weiterhin ist noch am correktesten der Ganges beschrieben, denn wenn — wovon in diesem Hefte noch ein Mehreres die Rede sein wird — das Paradies nach Hochasien etwa in die Gegend des Hindukosch-Gebirges zu verlegen ist, so war der Lauf des Ganges von dort aus gerechnet wenigstens anfänglich ein östlicher. Absolut unverständlich ist bei der Erörterung der Euphrat- und Tigris-Mündung die Verwechselung des mittelländischen Meeres mit dem persischen Golfe. Dagegen ist die Meinung, welche sich der anonyme Verfasser über die Strömung des Nil gebildet hatte, eine durchaus originelle. Einen klaren Sinn können wir, sobald wir uns vergegenwärtigen, dass der Nil der westliche Paradiesfluss sein soll, nur durch folgende Annahmen in das anscheinende Chaos bringen. Der Nil fliesst unterirdisch von Ost nach West durch Europa, kreuzt auf gleiche Weise die Enge von Gibraltar, erscheint also ganz naturgemäss in Mauretanien und kann, wenn er auch noch die Sahara nach Art der in den Kalkalpen vorkommenden Flüsse zurückgelegt hat, wirklich endlich an dem Orte erscheinen, wo man ihn seit den ältesten Zeiten zu sehen gewohnt ist.

Fig. 3.

Fig. 3 sucht das ganze paradiesische Stromsystem übersichtlich darzustellen; die gestrichelten Linien charakterisiren den verborgenen Lauf. Wir glauben in diesem scheinbar so abenteuerlichen Irrwahn, welcher dem gerade durch seine süd-nördliche Richtung so bestimmt gekennzeichneten Nil eine Biegung im vollen rechten Winkel auferlegte, einen Nachklang arabischer Lehren erblicken zu sollen. Führen wir die wie immer charakteristischen Worte *Peschel's* über die schlimme Verwirrung der Begriffe textuell an! „Besonders erfinderisch waren die Araber in widernatürlichen Gabeltheilungen der Füsse. Für die afrikanischen Wasserläufe gesellte sich dazu der Missstand, dass sie allen Strömen dieses Welttheiles den Namen Nil gaben . . . Eine fast unvermeidliche Folge dieser nachlässigen Benennung war der Irrthum, dass alle Ströme Afrika's ein einziges strahlenförmiges

Entwässerungssystem bilden sollten“35). Einen Arm sandte, wie u. a. auch *Massudi* 36) angiebt, die gemeinsame Quelle nach Osten in den indischen Ocean, einen zweiten aber, in welchem man wohl eine Ahndung des Niger sehen muss, nach Westen, und von diesem hat auch der deutsche Kosmograph Kenntniss erhalten; da er sich aber nicht erklären konnte wie so denn ein solcher Strom aus dem östlichen Asien stammen könne, so blieb ihm nur übrig, den Bewegungssinn des Wassers umzukehren. Wir möchten mit Hinblick auf diesen gewiss nicht unplausiblen Deutungsversuch direkt dafür stimmen, dass das bezügliche Kapitel nur nach Autopsie arabischer Texte oder arabischer Karten, z. B. derjenigen des *Edrisi*, niedergeschrieben sein könne. Selbst das weit bessere Erdgemälde des Venetianers *Marino Sanuto* konnte immerhin noch zu einer derjenigen unseres Manuskriptes ähnlichen Irrlehre verleiten, weil es sich eben in den innerafrikanischen Partieen noch sehr wenig von den arabischen Vorbildern emancipirt hat.

Ebenso wie die Erde selbst in Mitte ihres Luftkreises gelegen ist, so umschliesst sie selbst wieder das Infernum, die Hölle, in sich, einen von Feuer und Schwefel durchdrungenen Ort, in welchem sich die abgeschiedenen Seelen*) aufhalten müssen. Diese Ansicht des Mittelalters ist bekanntermassen durch *Dante Alighieri* zur höchsten Entfaltung gebracht worden.

§ 9. Den Schluss des Ganzen und wohl auch den Uebergang zu den nachfolgenden Betrachtungen bildet ein kurzer Exkurs über Zeitmessung. Das Jahr wird „fere“ in zwölf Monate, der Monat ebenfalls „fere“ in vier Wochen eingetheilt, und jeder Woche siebenter Theil ist ein Tag. In diesem Beisatz „nahezu“ spricht sich offenbar die Ueberzeugung aus, dass die bisher dem Kalender zu Grunde liegende Gleichsetzung einer bestimmten Anzahl von Jahr- und Monat-Multiplis den Thatsachen nicht völlig entspreche; dieser Wahrnehmung hatten, wie wir neuerdings erst durch die gelehrten Quellenforschungen *Kaltenbrunner's* erfahren haben, schon vom Jahre 1200 an selbst untergeordnete Fachleute deutlichen Ausdruck verliehen 37). Der Tag selbst zerfällt wieder in vier „Quadranten“, dieser Viertelstag wieder in sechs Stunden.

---

*) Natürlich blos die schlimmen, denn als Wohnsitz der guten ward uns ja gleich im Anfang die Luftsphäre vorgestellt.

Betreffs der ersteren heutzutage fast ganz aufgegebenen Zeiteinheit erfahren wir von *Littrow* 38) Folgendes: „Die Juden und die Römer unterschieden bei dem natürlichen Tage vorzüglich vier Epochen, die sie primas, tertias, sextas et nonas nannten. Die Prime fing mit Sonnenaufgang an, die Terz hatte drei Stunden später statt, die Sext fiel auf den Mittag und die None hatte um drei nach Mittag, d. h. um drei Uhr vor dem Untergange der Sonne statt. Das sogenannte Brevier der römischen Kirche behält diese Benennungen bis auf unsere Tage bei.“ So konnte es nicht fehlen, dass auch unser Mönch den betreffenden Grundgedanken beibehielt, aus systematischen Gründen aber vertheilte er die vier Abschnitte gleichmässig über die ganze Länge des Tages. Die weitere Unterabtheilung der Zeitmasse ist folgende:

1 Stunde = 4 Punkten,
1 Punkt = 10 Momenten,
1 Moment = 12 Uncien,
1 Uncie = 7 Atomen.

Ein Atom aber ist ein „Individium“, d. h. wohl ein nicht weiter zerlegbarer Zeittheil. Der Verf. dieses steht vor solcher Art der Zeiteintheilung als vor einem vollständigen Novum und möchte nicht verfehlen, die Aufmerksamkeit der Chronologen von Fach auf dasselbe hinzulenken. Eigenthümlicherweise führt dieser sonderbare Modus doch ziemlich genau zu dem nämlichen „Zeit-Atom“ hin, auf welchem unsere Uhren basiren, indem die Proportion

$$1 \text{ Sekunde} : 1 \text{ Atom} = \frac{1}{3600} : \frac{1}{4.\,10.\,12.\,7}$$

das Ergebniss

$$1 \text{ Atom} = \frac{15}{14} \text{ Zeitsekunden.}$$

liefert. Den Monaten correspondiren im Ganzen die zwölf Thierkreiszeichen, in deren jeden die Sonne „XXX dies et triginta terties horas et XXX bisse momenta“ verweilt. Das Wort „bisse“, das sonst wohl für zwölf gebraucht wird, sind wir nicht befriedigend zu erklären im Stande; für unseren Kosmographen aber hat es einen klaren Sinn, es ist nämlich „trigentis tertia pars cujusvis rei bisse“. Da der Schalttag „ex triginta bisse momentis“ sich zusammensetzt, so wird er selbst „dies bisextus“ genannt. Wir haben da als würdigen Schluss wieder eines der schon mehrfach ver-

zeichneten Phantasiespiele vor uns; es ist ja bekannt, dass im römischen Kalender jener Tag stets vor dem „Dies sextus ante calendas Martias“ eingeschoben und folgerichtig mit den Namen „bissextus“ belegt wurde.

Unmittelbar nach den letzten chronologischen Definitionen schliesst die kosmographische Zusammenstellung, welche uns bislang beschäftigt hat. Ohne sichtbare äusserliche Trennung, ja sogar unter Beibehaltung der bisherigen Tinten-Nuance, beginnt nunmehr ein anthropologischen und ethischen Dingen zugewandter Traktat, dessen Eingangsworte diese sind: „Omnis qui petit accipit et qui quaerit inveniet.

Suchen wir nunmehr aus unseren Analysen das Facit zu ziehen. Es wäre falsch behaupten zu wollen, dass das kosmographische Compendium, dessen bunten Inhalt wir mit möglichster Treue dem Leser vorzuführen bestrebt waren, mit anderen bekannten Schriften des Mittelalters von verwandter Tendenz in historischer oder sachlicher Beziehung concurriren könne. Schon deshalb nicht, weil man es ganz gewiss nicht sowohl mit einer Originalarbeit, als vielmehr mit einer Copie von der Hand eines gewöhnlichen ununterrichteten Klosterskribenten zu thun hat; hierfür scheint uns u. a. die grobe Verstümmelung aller Maasse, der ungeheuerliche geographische Schnitzer und vor Allem die unmotivirte Auslassung eines ganzen Abschnittes in § 7 zu zeugen. Unserer Ansicht nach war der, welcher die kleine Schrift aus den zahlreich vorhandenen Handbüchern als Quintessenz des Wissenswürdigsten zusammenstellte, ein Sohn des zwölften oder dreizehnten Jahrhunderts, und da gewährt es denn doch ein grosses kulturgeschichtliches Interesse zu sehen, was Alles ein gebildeter Mann dieser dunklen Epoche von kosmischer Physik zu wissen glaubte, wusste und — nicht wusste. Dass auch gar manche für die Geschichte der Astronomie und Erdkunde sehr beachtenswerthe Notiz gelegentlich mit unterläuft, hoffen wir ausser Zweifel gesetzt zu haben.

§ 10. Wir wenden uns jetzt unserer zweiten Aufgabe zu. Wie bereits erwähnt beginnt die Abhandlung mit den (in rother Tinte ausgeführten) Titelworten: „Instrumentum de distantiis civitatum et regnorum et de cosmographia“. Sowohl zu Ehr und Nutz der Fürsten und ihrer Höfe, heisst es im Anfang,

als auch schon zum gewöhnlichen Häuserschmuck diene ein Estrich*) (pavimentum), auf welchem die ganze bewohnbare Erde dargestellt sei sammt allen Klimaten, ein solches Erdbild würde dann auch alle Reiserouten von einer Gegend oder Stadt in eine andere sowie die Entfernungen der verschiedenen Orte leicht und ohne Anstrengung („sine omni mentis tedio") dem Beschauer vor Augen stellen. Die Verfertigung eines solchen Estrichs lässt sich in folgender Weise bewerkstelligen. Man ziehe oben am Estrich oder an der Wand eine gerade Linie und verlängere dieselbe; längs dieser Linie befestige man das Zeichnungsblatt, wie diess die Zimmerleute zu thun pflegen.**) Längs dieser Linie bringe man einen Belag von Messing oder irgend einem anderen Metall an, der je nach Umständen einen Fuss, eine Hand oder auch nur einen Finger breit zu sein hat. Je länger jene erstgenannte Linie, um so besser ist es für das Ganze. Sie wird der Aequator (equinoxialis) genannt und in 180***) gleiche Theile eingetheilt. Diese Eintheilung mag dem Construkteur beschwerlich gewesen sein; aus diesem Grunde wird eine Vereinfachung angegeben. Man theile die Strecke zuerst in zwei, hierauf jeden Theil in drei, jeden dieser Theile wiederum in drei, die neue Einheit in zwei und diese Hälfte wieder in fünf Teile; in der That ist 180 = 2. 3. 3. 2. 5. Jeder solche letzte Theil ist ein Grad des Gleicherkreises. Gezählt müssen diese Grade werden von Osten nach Westen, so dass der in der Mitte befindliche als neunzigster zu rechnen und, wenn über ihn hinaus im gleichen Sinne fortgegangen wird, der letzte mit dem hundertundachtzigsten gleichbedeutend ist. Die Gradzahlen schreibe man in ununterbrochener Reihenfolge oder blos von fünf zu fünf an die betreffenden Punkte, wie

---

*) Dieses Wort ist, wie auch das folgende „pavimenti vel parietis" beweist, sicherlich nicht streng wörtlich, sondern einfach in der Bedeutung „Fläche" zu nehmen. Solch' astronomische und geographische Wandgemälde waren im Mittelalter nichts Ungewöhnliches; *Kästner* berichtet von einem damit ausgestatteten Hause in Padua 39), und selbst der Papst *Zacharias*, jener grimme Widersacher der Antipodenlehre 40), soll seine Säle derartig haben dekoriren lassen.

**) Das zweimal vorkommende Wort „sona" (percutere ligna ad sona) ist uns unverständlich und dürfte wohl als ein terminus technicus der Handwerkersprache anzusehen sein.

***) Diese Zahl ist auf radirter Stelle von einer anderen Hand eingetragen.

es sich eben schickt. Zu jener Hauptlinie ziehe man eine zweite senkrechte Axe, gleichfalls mit Messing oder sonstigem Metall ausgelegt; sie geht vom Mittelpunkte ersterer aus, ist lang genug, um 90 Grade von der Grösse jener früheren in sich aufzunehmen, und führt den Namen Meridian (linea meridionalis). Nachdem man diese Theilung in 90 Grade vollzogen, theile man wieder jeden Grad sowohl des Gleicherkreises als des Meridians in 16 gleiche Theile: deren einer am Himmel (soll heissen auf der der Erde concentrischen Himmelskugel oder allgemein im Bogenmaass) entspricht einer Meile, denn ein Grad = 16 Meilen (miliaribus). Diese Angabe ist für die damalige Zeit in erfreulicher Weise richtig. Die Meile, von welcher hier, in der Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts gesprochen wird, kann nicht mehr die arabische zu 2 Kilometern, es muss vielmehr eine der damals schon allgemein eingeführten deutschen ähnliche oder ihr gleiche Meile zu circa 8 Kilometern sein. Von solchen aber gehen in runder Zahl 15 auf einen Aequatorgrad, und ist x die in derselben Einheit ausgedrückte Länge eines Parallelengrades unter den Wendekreisen, so folgt

$$x = 15 \cos 23\tfrac{1}{2}^0 = 15.0{,}917$$

oder sehr nahe gleich 13,7. Der Fehler ist also nicht zu gross.

§ 11. So ist denn also die Fläche abgegrenzt, auf welcher die einzelnen Erdorte eingezeichnet werden müssen. Nun gilt es einen Stab vorzurichten („baculus“ oder „codex“), mit welchem erstens diese Eintragung nach Länge und Breite vorgenommen und dann später zweitens die Entfernung zweier beliebiger Punkte der Karte gemessen werden kann. Man macht denselben viereckig, ebensolang wie den gezeichneten Meridian und einen Finger breit und bringt auf ihm eine nach Graden und Meilen mit derjenigen der beiden Axen correspondirende Eintheilung an („sic quod unus gradus in baculo sit tante quantitatis sicud gradus in meridiana“). Hat man keinen Messstock von der erforderlichen Länge, so thut es allenfalls auch ein kürzerer, auf dem wiederum eine bestimmte Anzahl von Meridiangraden abgetragen wird; hat man dann eine grössere Entfernung auszumessen, so muss man den Stab zwei- und dreimal oder auch öfter anlegen, gerade, wie wenn es gilt, ein Stück Tuch mit der Elle zu messen. Ist das Instrument bereit, so ziehe man eine gute Tabelle geographischer Ortsbestimmungen zu Rathe, in welcher die ver-

schiedenen Orte genau nach Länge und Breite verzeichnet stehen. Diess vorausgesetzt, schlage man in jener zunächst die geographische Breite nach und markire dieselbe auf der Meridianlinie durch einen feinen Punkt, sei es nun, dass man sie in Bogen- oder Längenmaass kennt. Hierauf suche man die Länge, subtrahire sie, wofern es angeht, von 90^0 und verwandle den Rest in Meilen, resp. multiplicire ihn mit so viel Meilen, als Einem Breitengrade entsprechen, und vermerke die so berechnete Meilenzahl auf dem Stabe; dieser letzterer werde nun von dem auf der Vertikallinie markirten Punkt aus senkrecht, und zwar in westlicher Richtung angelegt, und da, wo der auf dem Lineale angemerkte Punkt auf die Zeichnungsfläche fällt, dahin ist der Ort zu verlegen, auf dessen Lage es eben ankommt. So ist mit allen Erdörtern zu verfahren, deren Länge $< 90^0$. Im entgegengesetzten Falle subtrahire von ihr einen Quadranten und verhalte sich in Allem, wie oben; nur lege man das Lineal nicht mehr wie vorher westlich, sondern östlich an*). Das bisher verwendete Hülfsmittel reicht auch ganz allein völlig dazu aus, die Entfernung irgend zweier Punkte sofort in Meilen ausgedrückt zu erhalten. Man lege eben einfach das Lineal so an, dass die beiden auf der Karte verzeichneten Punkte in dessen eingetheilte Kante fallen, und markire die Berührungspunkte mit Kreidestrichen; durch diese wird auf der Theilung eine Anzahl von Meilen abgeschnitten, derjenigen gleich, um welche die beiden bezüglichen Orte thatsächlich auseinanderliegen.

Die Entfernung ward bislang stets auf „miliaria" bezogen, von denen wir mit Grund annahmen, deren Einheit sei von der kleinen arabischen und italienischen Miglie sehr verschieden gewesen. Wirklich kommt jetzt ein Zusatz hinzu, welcher mit klaren

*) „erige baculum versus sinistram seu versus orientem." Unserer in Fleisch nnd Blut des ganzen Abendlandes übergegangenen Anschauung zufolge ist rechts mit Osten, links mit Westen gleichbedeutend. Allein die Araber sahen ihre Landkarten gerade verkehrt an; für sie war Norden Unten, Süden Oben, und dieser Brauch ist zweifellos auch bei den vorstehenden Worten massgebend gewesen. Wann eigentlich unser jetziger Modus herrschend ward, muss erst noch durch die Historiker festgestellt werden; soviel ist sicher, dass z. B. sämmtliche sehr zahlreiche Karten und Itinerarien des Nürnberger germanischen Museums bis tief in's fünfzehnte Säculum herein der morgenländischen Sitte huldigen, wie diess vom Verf. bereits anderswo angedeutet worden ist 41).

Worten lehrt, wie man sich zu verhalten habe, wenn etwa die Distanz nicht in den bisherigen, sondern vielmehr in deutschen oder italienischen Meilen („miliaria teutunicalia sive ytalica") anzugeben verlangt wäre. In diesem Falle schreibt man die beiden Orte sammt ihren Längen und Breiten auf eine Steinplatte oder schwarze Tafel hin, zieht die kleinere Länge von der grösseren und ebenso die kleinere Breite von der grösseren ab und erhält so jene Anzahl von Länge- und Breitegraden, um welche die Orte nach den beiden Kardinalrichtungen von einander entfernt sind. Jede der beiden erhaltenen Differenzen wird mit sich selbst multiplicirt, die beiden Produkte werden zu einander addirt, und aus der Summe zieht man schliesslich die Quadratwurzel; diese Wurzel liefert unmittelbar die gesuchte Entfernung. „Si autem illum numerum jam ultimo inventum multiplicabimus per 16 provenient miliaria theutunicalia quia uni gradui in celo correspondent 16 miliaria infra ut per multos probatum est." Die im Texte getroffene Unterscheidung zwischen „Meile" und „deutscher Meile" war also, wie wir gleich von Anfang an wahrscheinlich machten, im Grunde genommen überflüssig. „Et si predictos gradus multiplicamus per 666 $\wedge$ minuta provenient minuta ytalica vel gallica ita quod inferiores due figure significent secunda sequentes due figure significent minuta. Et omnes alie representant miliaria." Dabei ist zu bemerken, dass jeder Grad in 100 Minuten und jede Minute in 100 Sekunden zerfällt. Diese Stelle halten wir geradezu für hochbedeutsam, denn wir haben hier das erste Auftreten einer consequenten Centesimaltheilung der Kreisperipherie vor uns, wie sie während der kurzlebigen Revolutionsperiode der Franzosen eingeführt war, und wie sie auch, jenes ersten Misserfolges unerachtet, höchst wahrscheinlich ein Princip der Zukunft ist. *Wolf* 42) führt die erste Idee des Hundertgrades auf *Henry Gellibrand* zurück, während wir dieselbe in unserer Vorlage schon zweihundert Jahre früher mit aller Bestimmtheit ausgesprochen vorfinden.

§ 12. Da unsere nächste Aufgabe, die Beschreibung und Diskussion der im Codex vorgelegten Ortstafel, uns auf ein einigermassen anderes Feld führen wird, so mag es gleich an diesem Platze angemessen erscheinen, dem im vorigen Paragraphen analysirten Construktionsverfahren einige Worte zu widmen. Wir haben es hier mit einer Plattkarte zu thun, einer im Mittelalter

gar nicht häufigen Erscheinung. Freilich hatte bereits *Ptolemaeus* 43) diese Abbildungsart mit folgenden Worten gekennzeichnet*): Man werde nicht viel fehlgreifen, wenn man die Parallelkreise sowohl als auch die Meridian in jeweils parallele gerade Linien verwandele („κἂν ἐυθείας γραμμὰς ἀντὶ τῶν κύκλων ἐπὶ γοῦν τῶν κατὰ μέρος πινάκων παραγράφωμεν καὶ προσέτι τὰς μεσημβρωτὰς μὴ αννεσύσας ἀλλὰ καὶ παραλλήλους ἀλλήλαις"). Allein diese Vorsicht ward grossentheils nicht beachtet; „des copistes outrecidants", sagt *D'Avézac* 45) „avaient, dès le XIVe siècle à ce qu'il semble, substitué de leur chef, au parallélisme des méridiens adopté par l'auteur grec, la convergence sollicitée par l'inégalité de valeur des degrés de latitude sur les deux parallèles extrêmes, tout en maintenant d'ailleurs en lignes droites et les méridiens et les parallèles. Et c'est exclusivement en cette forme alterée (destinée à devenir bientôt la plus usuelle de toutes) que parurent dans les éditions imprimées les cartes de détail du géographe alexandrin." Nun, wenn schon bei Darstellungen kleinerer Erdparcellen — *D'Avézac* nennt Frankreich, Sardinien und Sicilien — die Kartographen aus der Rolle fielen und die Meridiane durch gegen einander geneigte Gerade wiedergaben, so müssen wir es dem unbekannten Verfasser der uns vorliegenden Anleitung um so mehr zur Ehre anrechnen, dass er der cylindrischen Projektion treu blieb. Cylindrisch im strengsten Wortsinn ist freilich nur die Projektionsart des *Mercator*, allein da es sich in unserem Falle ja doch immer nur um die Verzeichnung der zona habitabilis, eines nicht sehr ausgedehnten Erdgebietes von verhältnissmässig geringer Totalkrümmung handelte, so konnte die mit der Entfernung vom Aequator wachsende Grösse der Breitengrade mit einigem Rechte vernachlässigt und ohne grossen Irrthum ein gleichmässiger Fortschritt der Gradzahlen angenommen werden. War doch nach *Peschel*'s Zeugniss dieses scheinbar so einfache Verfahren nicht nur den Arabern, sonder auch den routinirten portugiesischen Entdeckungsreisenden nur sehr wenig be-

*) Erfunden ward diese Manier vermuthlich von dem Tyrier *Marinus* 44). Allein *Ptolemaeus*, der ja principiell die von seinem grossen Vorgänger *Hipparch* stammende und in ihrer Art mustergültige stereographische Projektion empfahl, sah wohl ein, dass im Verhältniss zur Exaktheit der Ortsbestimmung die Vertauschung der Erde mit dem ihr umschriebenen Cylinder für viele Zwecke ganz gut ausreiche.

kannt 46). Ausser jenen mittelmässigen Nachbildungen der ptolemäischen Originale hatte das frühere Mittelalter nur seine unqualificirbaren Radkarten, das spätere die einer grossen Schärfe auch nicht eben fähigen Kompasskarten. Als einzige Ausnahme von dieser wenig erquicklichen Regel lässt *Peschel* den leider nicht auf uns gekommenen kartographischen Versuch *Roger Bacon's* zu; wir wissen von seiner Karte 47), „dass sie scheibenförmig gestaltet und die Klimate oder Breitengürtel durch Parallelen bezeichnet, auf dem Aequator aber die fortrückenden Längen in Ziffern angegeben waren." Die sehr unwesentliche Scheibengestalt kommt nicht weiter in Betracht; was hingegen die übrigen charakteristischen Merkmale der *Bacon'*schen Karte, dieser „höchsten Leistung der Scholastiker", anlangt, so finden sich dieselben ersichtlich auch auf jeder Karte vereinigt, welche nach den Anweisungen unseres Autors ausgeführt wäre. Man könnte vielleicht einwenden, dessen Schrift stamme aus dem fünfzehnten Jahrhundert, also aus einer Zeit, wo bereits überhaupt richtigere Maximen Platz gegriffen hatten, allein hierauf liesse sich erwiedern, dass aus der Zeitepoche der Zusammenstellung eines solchen Sammelbandes noch gar kein Schluss auf die Entstehungszeit eines einzelnen Bestandtheils gemacht werden dürfe, und dass, wie sich demnächst herausstellen wird, beide Zeitpunkte muthmasslich um ein Beträchtliches von einander abständen.

Die früheren Untersuchungen des Verf. über die mittelalterliche Vorgeschichte des Coordinatenprincipes erhalten durch die im Vorstehenden gesammelten neuen Materialien manigfache Förderung. Wie bei den früher edirten Bruchstück einer der beiden himmlischen Wendekreise, so ist nunmehr der Aequator die Abscissenaxe; während jedoch dort der Aufrollungsprocess nur nach ein und derselben Richtung hin vor sich ging, wird hier der Mantel des an Stelle der Zone getretenen Cylinders nach beiden Seiten hin abgewickelt, sodass statt des in allen älteren Belegschriften mit ängstlicher Sorgfalt gewahrten einzigen und ersten Quadranten die Zeichnungsebene jetzt wenigstens in zwei aequivalente Felder zertheilt erscheint. Die Bestimmung eines Ortes dieser Ebene durch seine beiden orthogonalen Coordinaten leistet der „baculus" in einfachster Weise. Unsere früher ausgesprochene Ansicht, es scheine das für die mittelalterlichen Geometer so bedeutsame Wort „latitudo" mit der astronomischen wie geogra-

phischen Breite in intimster und einfachster Beziehung zu stehen, wird durch diesen Fund neu bestätigt, und dass, wenn das y die Breite, das x dann gleich naturgemäss die „longitudo" bezeichnet, liegt auch ohne eigenen handschriftlichen Beleg am Tage.

In rein mathematischer Hinsicht giebt die Coordinatendarstellung unseres Manuskriptes noch zu einer weiteren nicht unwichtigen Wahrnehmung Anlass. Bezeichnet man mit β_1 und β_2, λ_1 und λ_2 bezüglich die Breiten und Längen zweier Erdorte von einer unbekannten Entfernung d, so liefert die Vorschrift zur Auffindung dieser letzteren, in's Algebraische übersetzt, ohne weiteres die Formel

$$d = \sqrt{(\beta_1 - \beta_2)^2 + (\lambda_1 - \lambda_2)^2}.$$

Wir sehen also: Jene wichtige Relation zwischen den orthogonalen Coordinaten zweier Punkte und deren kürzester Distanz, welche auch heute noch als einer der Eingangssätze in jedem Lehrbuche der analytischen Geometrie auftritt, wird in unserem Codex zum ersten Male angegeben. Da ferner der Verfasser die verschiedenen Modalitäten der Auflösung stets berücksichtigt — man denke an die beiden verschiedenen Regeln für $\lambda \gtrless 90^0$ —, an dieser Stelle jedoch mit der Mittheilung der Formel sich begnügt, so liegt nichts näher, als anzunehmen, er sei sich der allgemeinen Anwendbarkeit derselben bewusst gewesen, mögen nun die beiden Punkte in verschiedenen Quadranten oder in ein und demselben gelegen sein. An eine genaue rechnerische Ausmittelung der Entfernung durch die Hülfsmittel der sphärischen Trigonometrie war selbstverständlich für eine Zeit nicht zu denken, welche jener Disciplin nahezu vollkommen verlustig gegangen war. Bemerkt sei beiläufig noch, dass einer sachgemässen Anwendung der uns jetzt so bequemen Formel

$\cos \frac{d}{r} = \sin \beta_1 \sin \beta_2 + \cos \beta_1 \cos \beta_2 \cos (\lambda_1 - \lambda_2)$ [r = Erdradius]

auch viel später noch die Complikation der im unbequemen Gewande der ptolemäischen Transversalengeometrie einherschreitenden sphärisch-trigonometrischen Rechnung höchst hinderlich war. Selbst der gewandte und von seinen Zeitgenossen bewunderte *Maurolycus* umging jene und setzte an ihre Stelle eine sehr elegante planimetrische Construktion, welche als eines der ersten geschichtlichen Beispiele darstellend-geometrischer Verfahrungsweisen 48) die Aufmerksamkeit des Geschichtschreibers in weit höherem Grade verdient, als sie solche bisjetzt auf sich gezogen zu haben scheint.

§ 13. Wir gelangen nunmehr zu der Ortstabelle selbst. Ein paar einleitende Worte setzen uns über die Einzelheiten derselben in's Klare. Will man zu der geographischen Lage auch noch die Tageslängen für einen beliebigen Ort der Tafel erfahren, so berechne man die Dauer des längsten Tages („longioris diei") für jeden solchen Ort und schreibe diese Zahl in einer besonderen Rubrik den beiden anderen geographischen Constanten bei. Es ist dabei wohl gemeint, dass man aus diesen Daten die Tageslänge für eine beliebige andere Zeit mit Leichtigkeit ableiten könne, und zwar wird hinsichtlich dieser Ableitung ganz gewiss so wenig wie vorhin an die bekannten Massnahmen der Raumtrigonometrie, sondern nach aller Wahrscheinlichkeit an das Näherungsverfahren des im Mittelalter hochgeachteten „Anaphorikos" von *Hypsicles* 49) gedacht.

Die folgenden Sätze sind mit anderer Tinte, wenn auch von derselben Hand, geschrieben. Sie enthüllen uns die bei der Tabelle massgebend gewesene Lage der beiden Coordinatenaxen auf der Erdoberfläche. Die ganze bewohnbare Erde wird eingeschlossen von einem „vortex*) occidens" und einem „vortex oriens", zwischen denen die „Weltmitte", d. h. Jerusalem, mitten inne liegt. Der zwischen beiden Grenzmarken eingeschlossene Raum hat also eine Ausdehnung von 180 Längengraden. Die Säulen des Herkules, von welchen aus häufig die Längen gerechnet werden, stehen von der Westgrenze um $17^0\,30'$, vom Weltmittelpunkte dagegen um $72^0\,30'$ ab. Der eine Bogen ist denn auch in der That das Complement des anderen. Wünscht man dagegen die Längen auf Jerusalem als Nullpunkt zu beziehen, während vorher Gades gewählt war, so muss man die in letzterem Maasse ausgedrückten Zahlen eben von jenen $72^0\,30'$ abziehen. Soll schliesslich — und so ist es in der Tabelle der Fall — die Ostgrenze zur Norm genommen werden, so sind zu der soeben erhaltenen Differenz noch

*) Es kommt ausschliesslich der stark abbreviirte Ablativus vor: „a $\overset{s}{\text{v}}\overset{s}{\text{o}}$ occidente", „a $\overset{s}{\text{v}}\overset{s}{\text{o}}$ oriente". Indess scheint uns zur Interpretation dieses Zeichens nicht wohl ein anderes Wort gleichgut sich zu eignen, als vortex in seiner Eigenschaft als „Wirbel" (der Erde). Den Punkt im Westen verlegte man offenbar in jene Gegenden, in denen man seit den Zeiten des *Marinus* die „insulae fortunatae" befindlich annahm, Inseln, die am meisten unseren Azoren entsprechen und bei einem carthagischen Periplus vielleicht zuerst aufgefunden worden waren.

90° hinzuzuaddiren. Man sieht, die Parallelverschiebung einer der beiden Axen ist hier mit aller Deutlichkeit aufgefasst und auseinandergesetzt. Zuletzt wird noch einmal daran erinnert, dass zu jedem Grad der Länge und Breite („elevationis poli seu latitudinis") sechzehn Meilen als Correlat im irdischen Längenmaass gehören.

Der Coordinaten-Nullpunkt des Ortsregisters ist also der östliche Grenzpunkt, oder, wie derselbe gleich näher specificirt wird, das Paradies. Da dessen Länge und Breite gleich Null sind, so nahm der Verfasser dasselbe als auf dem Aequator liegend an, wie denn auch die Dauer des Tages richtig zu 12 Stunden angegeben wird. Dass man den ersten Meridian durch das Paradies zog, war gerade nichts Ungewöhnliches. Auf den Meridian von Tybene im armenisch-kaukasischen Hochland nehmen arabische und byzantinische Astronomen Bezug 50), und das occidentalische Arin war nur eine andere Lesart dieses ersteren. Freilich lag nach der Meinung Vieler dieses Arin bei weitem nicht so weit nach Osten und, z. B. bei *Dante*, auch nicht auf dem Gleicher; neuere Forschungen der Assyriologen lassen das Paradies aus dem asiatischen Hochland sogar in die mesopotamische Tiefebene hinabrücken, wo sie einer interessanten Notiz von *Hommel* zufolge 51) sogar die Flüsse Phison und Geon geschichtlich beglaubigt wieder aufgefunden haben wollen. Alsdann aber wäre der Längenunterschied zwischen den beiden heiligen Stätten ein äusserst geringer. Unser Autor vermochte sich übrigens auch auf anerkannte kosmographische Capacitäten zu seinen Gunsten zu berufen; *Ristoro* erzählt von den glücklichen Lebensbedingungen der Tropenbewohner und fährt dann fort 52): „E sono di tali, c'hanno due volte l'anno la state, e due volte il verno, e ricolgono due volte l'anno la biada e la frutta; e questi abitano sotto lo cerchio dell' equatore; ed in questo luogo pongono i savi una cittade, la quala è chiamata Arin; e questo luogo è temperato, imperciò che l'sole vi dimora tuttavia tanto sotto terra quanto sopra terra, ed hanno tuttavia iguali il dì colla notte." Diess wäre somit ein Argument für die angenommene Breite 0; daran, dass der betreffende Gelehrte sein Paradies den früheren Theorieen entgegen so ungeheuer weit nach Osten hinausschob, war wohl der Umstand schuld, dass man zu jener Zeit bereits von den Reiseberichten eines *Marco Polo* und *Ruysbroek* — vielleicht auch eines *Schiltberger*

Notiz genommen und daraus ersehen hatte, dass auch eine sehr weit gegen Morgen ausgedehnte Fahrt noch immer nicht zum Paradiese gelangen lasse. Zudem gab eine östliche Länge von 90^0 gerade eine hübsch abgerundete Entfernung von Jerusalem.

Das Aeussere der Ortstafel lässt sich mit wenigen Worten schildern. Dieselbe umfasst auf zwei Quartseiten ziemlich deutlich aber enge geschrieben 86 Städte, an die sich, erst später nachgetragen, noch drei weitere anschliessen. Die Anordnung selbst geben wir möglichst conform wieder; doch ist zu bemerken, dass sämmtliche vier Spaltenüberschriften wie nicht minder die Anfangsbuchstaben jedes einzelnen Städtenamens mit rother Tinte geschrieben resp. geändert sind. Gleichfalls roth sind die Gradzahlen, wogegen die Zahlen der erwähntermassen hunderttheiligen Minuten die gewöhnliche Farbe zeigen. Bei einer Anzahl von Orten ist neben der im Schema selbst befindlichen Bestimmung noch eine zweite hinzugeschrieben, welch' letztere wir aus Platzmangel unter die erstere setzen. Sonst findet sich ausser der Ordnung noch zu drei Städten (Palermo, Salerno und Ragen)*) deren Universitätseigenschaft hinzunotirt und bei Capua die Bemerkung „in apulea." Bei Berücksichtigung dieser Vorerinnerungen wird der Leser aus unserer Copie ein völlig klares Bild von Wesen und Einrichtung der merkwürdigen Originaltafel erhalten. Der nächste Paragraph wird durch diese ausgefüllt.

§ 14. Tabelle der geographischen Ortsbestimmungen.

Tabula regionum et civitatum.	longitudo	m**)	latitudo	m	longitudo dierum	
					hore	m
Paradisi medium	00	00	00	00	12	00
Babilonia vetus in syria	68	00	45	00	15	40
Gedda	69	50	20	30	13	20
Armena	60	00	41	00	14	93
Baldach	76	00	33	42	14	10

*) Dieses Ragen, welches als Stadt der Meder aufgeführt wird, ist jedenfalls das uralte und berühmte Rhagae, jene vielbesuchte Magierschule der Perser.

**) Dieses Zeichen steht im Texte durchweg (mit einer einzigen Ausnahme) für minuta, und zwar sowohl im geometrischen, als auch im chronographischen Sinne.

Tabula regionum et civitatum.	longitudo	m	latitudo	m	longitudo dierum hore	m
Paradisi medium	00	00	00	00	12	00
Metha ubi corpus Methametri locatum est	79	00	21	67	13	27
Babilonia nova in egipto	81	50	30	50	13	81
Alcusa	82	50	31	83	13	90
Anthiochia sedes prima sancti petri	82	67	35	50	14	30
Cesarea	85	00	33	50	14	11
Gadamascus prope iherusalem	86	00	33	00	14	10
Gur	89	90	33	00	14	10
Assueri	89	30	31	50	13	9
Constantinopolis patriarchatus grecie	89	43	43	67	15	27
Abaxum	89	50	28	30	13	61
Jherusalem in terra sancta	90	00	32	00	14	00
	66	30	31	50		
Carmelus	90	33	31	50	14	00
Ascalon	91	00	33	00	14	10
Egipti medium	91	00	34	00	14	20
Eraclea	91	33	31	00	13	90
Alexandria in egipto	94	60	31	00	13	90
Athenis in grecia	92	50	35	00	14	30
Dannatha	94	70	31	42	13	90
Brundusium in apulia	103	50	43	00	15	14
Beneventium in apulea	105	00	41	50	15	04
Capua	105	00	41	50	15	04
Tolosa in francia studium generale	105	00	49	10	16	00
Trabulis arbutum in arabia	106	00	33	00	14	10
Messana	107	00	37	00	14	20
Ravenna in marchia	107	00	44	00	15	27
Panormus capitanea sicilie	108	50	38	27	14	60
Roma capitanea in ytalia	109	60	41	83	15	07
	35	25	41	70		
Sicilie regnum medium ejus	110	00	39	00	14	70

Tabula regionum et civitatum.	longitudo	m	latitudo	m	longitudo dierum hore	m
Paradisi medium	00	00	00	00	00	00
Salernum	110	00	41	00	14	70
Wyenna in austria studium	110	50	47	77	15	87
Mediolanum in lumbardia	111	00	45	00	15	40
Ravenna	111	20	44	00	15	27
Fornilium in friol	112	20	47	82	15	53
Tergesti in friol	112	40	45	75	15	53
Florencia in tussia studium	112	40	42	50	15	27
Verona in lumbardia	112	00	45	00	15	40
Valencia	113	00	44	00	15	37
Bononia studium antiquum	113	40	44	55	15	40
	32	30	44	0		
Ferraria in lombardia studium	114	00	47	00	15	43
Almoldia	114	00	36	00	14	40
Padua in lumbardia studium	114	20	44	30	15	40
Cermonia in lumbardia	115	00	45	00	14	40
	31	0	45	0		
Cyreren	115	00	35	50	14	37
Sardinia	115	00	38	00	14	16
Marsilia in francia	115	70	45	00	15	40
Novaria	115	40	49	00	15	40
	30	15	45	0		
Argentia teuthunice stratzeborch	115	50	47	83	15	87
Monathus monchin in bavaria	115	70	46	98	15	67
Prage metropolis regni bohemie	115	50	50	40	16	14
Neapolis capitanea regni apulie	116	40	59	25	14	70
	36	0	40	0		
Erffordia in thoringia studium	116	00	51	00	16	57
Herbipolis in franconia	116	40	50	27	16	27
Magdeborch in saxonia	121	03	51	30	16	50
	34	0	51	30		
Ragen civitas Medorum stud.	117	30	39	85	14	80

Tabula regionum et civitatum.	longitudo	m	latitudo	m	longitudo dierum hore	m
Paradisi medium	00	00	00	00	00	00
Moguntia civitas metropolis cis renum	117	60	50	15	16	14
	28	24	50	9		
Colonia metropolis cis renum	118	70	50	50	16	14
	27	30	50	50		
Mons pessulanus studium medicine	118	00	44	67	15	40
	26	0	44	0		
Adumana cathedralis gallie	119	70	45	33	15	40
Janua portus maris	119	00	43	25	14	27
Carthago in hyspania	119	00	37	00	14	50
Corduba	119	00	38	50	15	60
Bremis in saxonia metropolis	119	50	52	07	16	40
Brunswig in saxonia ducatus civitas capitanea	119	70	51	10	16	40
	23	20	51	10		
Lubek in saxonia	120	00	53	00	16	60
Stendel in marchia saxonie	121	17	51	80	16	60
Portugalia regnum	122	00				
Parisius	123	00	48	00	15	87
	24	15	48	0		
Oxonia studium generale in anglia	138	00	41	83	16	40
Vallis oleti	130	50	41	85	15	07
Garrata	130	50	30	17	13	81
Yorland	130	40	42	98	15	24
Lundonia capitanea regni anglie	131	40	51	65	16	40
	19	0	52	0		
Toletum in regno hyspanie	235	00	39	98	14	80
	11	0	39	54		
Insula ale	135	20	58	17	17	80
Euerda	138	00	49	92	15	7
Cepta	138	00	35	33	14	30

Tabula regionum et civitatum.	longitudo.	⌢ m	latitudo.	⌢ m	longitudo dierum hore	⌢ m
Paradisi medium.	00	00	00	00	12	00
Tangra	139	50	35	25	14	30
Nurenberga	116	00	51	20	16	27
Verona	111	00	45	50	15	50
Parusum	113	15	43	00	15	14
Pisa in tussia	113	00	44	00	15	26
Venetia portus maris in lumbardia	113	00	45	40	15	50
Monasterium in Westphalia	29	15	51	30		
Sozatum in Westphalia	29	16	51	7		
Hydelberga	50	0				

§ 15. Das blosse Ueberlesen dieses Kataloges führt uns, selbst noch ohne Beiziehung einer modernen Karte, zu der Ueberzeugung, dass darin Wahres mit Falschem gar bunt durcheinander gemischt ist. Wir heben einzelne Ungeheuerlichkeiten hervor. Caesarea und Antiochia liegen soweit östlich von Jerusalem, dass die durch sie bestimmte syrische Küstenlinie nicht von Süd nach Nord, sondern in einer hiezu senkrechten Richtung verliefe! Die Mitte Aegyptens liegt um zwei Grade nördlicher als Jerusalem, und immer noch um einen Grad nördlicher als seine Küstenstädte Alexandria und Damatha (doch wohl Damiette?). Benevent und Capua stimmen in Länge und Breite bis auf die Minute mit einander überein, sind demzufolge also nur Modifikationen einer und derselben Stadt. Triest und Florenz sollen unter dem nämlichen Meridian liegen. Die Stadt Ravenna kommt zweimal vor, und zwar wird ihr das eine Mal eine um 4^0 geringere Länge zugeschrieben, als das andere Mal. Die Lage von Valencia, welches nur um einen Grad von Verona, ja gar nur um einen halben von Florenz unterschieden sein soll, ist nach diesen Angaben unbestimmbar, man möge sich darunter die bekannte spanische Stadt oder, was wahrscheinlicher, Valence in Südfrankreich denken. Endlich sind zwar die Stundenzahlen im Grossen und Ganzen so ziemlich correkt angegeben, doch laufen auch hier arge Fehler mit unter. So soll sich diese Tagesdauer für die um vier ganze Grade von einander in Breite entfernte Städte Toulouse und Tripoli (Tra-

bulis) blos um 10 Minuten unterscheiden, ja hie und da übertrifft sogar der längste Tag eines Ortes denjenigen eines nördlich von ihm gelegenen. Man muss zur Erklärung solch' kolossaler Diskrepanzen wohl auf den Umstand zurückgreifen, dass man es eben mit einer Kompilation des fleissigen, aber sicherlich nicht besonders sachkundigen Mönches *Dietrich* zu thun hat. Sehr viele Bestimmungen entsprechen aber auch gegentheils allen Anforderungen, welche die Fachwissenschaft jener Zeit zu stellen berechtigt war; insbesondere sind die später eingezeichneten Zahlen, welche die Länge mit Beziehung auf den Westpunkt geben, durchaus besser als die in den Spalten selbst stehenden. Die Minuten sind in diesen Zusätzen anscheinend sexagesimale. So ist die für Rom normirte Breite zu $41^0\,50'$ ein ganz leidlicher Werth, insoferne sie von dem während der Jahre 1839—43 durch die Astronomen des Collegio Romano bestimmten und seitdem nicht merklich verschärften Werthe zu $41^0\,54'\,6''$ wenig abweicht. Auchbei Wien erreicht der Fehler noch keinen halben Grad, ebensogross ist er bei Mailand. Um so unbegreiflicher ist es, wie derselbe bei einer so weit bekannten Stadt wie Nürnberg die kaum glaubliche Grösse von zwei ganzen Graden, um welche diese Stadt zu weit nach Norden gerückt ist, hat annehmen können. Bei Münster geht der Irrthum auf $27'$, bei Mainz auf $7'$, bei Köln sogar auf $6'$ herunter.*) Würden wir überhaupt den Fehler in Breite geographisch darstellen und die zugehörige Curve construiren, so würde diese letztere ihr Ordinaten-Maximum im Orient, ihr Ordinaten-Minimum in den Rheinlanden aufweisen. Man sieht, dass eine grössere Anzahl dieser Breitenbestimmungen so gut ausgefallen ist, als man es nur bei der Güte der einzig zu Gebote stehenden Hülfsmittel erwarten durfte. Wir führen nachstehend einige Worte von *Wolf* an, welche sich auf eine weit spätere Zeit beziehen, und, wenn sie ohne jede Aenderung auch auf die bezügliche Rubrik unserer Tabelle angewandt werden, dieser letzteren ein ganz passables Zeugniss ausstellen. Unser Gewährsmann sagt 54): „Noch im 16. und bis in das 17. Jahrhundert hinein wurde die Polhöhe meistens mit dem Gnomon bestimmt, dessen Schattenlänge nahezu dem oberen

*) Die Verbesserungen sind dem umfassenden „Verzeichniss geographischer Ortsbestimmungen" *v. Littrow's* entnommen, welches als Anhang zur Neuauflage des physikalischen Lexikons 53) ausgegeben ward.

Sonnenrande entsprach, so dass, auch abgesehen von der meist vernachlässigten Refraktion, schon aus diesem Grunde eine bis auf ca. 15′ zu grosse Sonnenhöhe und damit, wegen

$$\varphi = 90^0 + d - h,$$

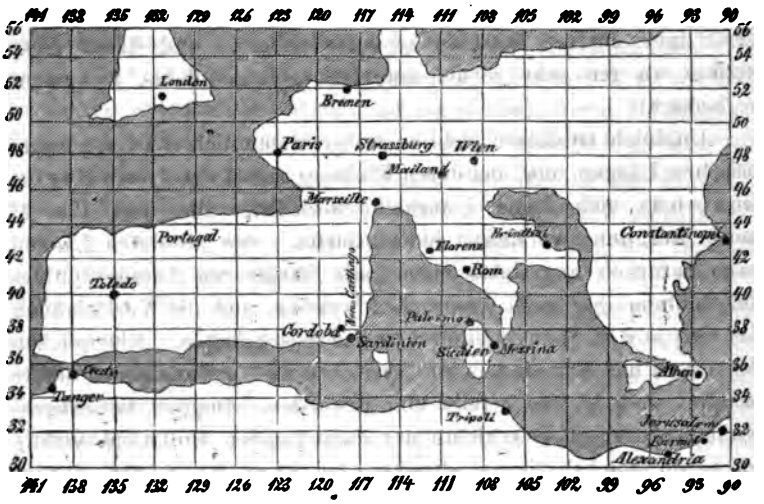
eine um ebensoviel zu kleine Polhöhe erhalten wurde. Immerhin waren einige Polhöhen nicht übel bestimmt . . . aber man wusste nicht recht, welche gut sein möchten, und in den Verzeichnissen waren gute und schlechte Angaben kritiklos durch einander geworfen, sodass z. B. bei *Apian* Basel mit 47° 10′ (statt 33′), Bern mit 46° 15′ (statt 57′), Genf mit 44° 50′ (statt 46° 12′) und Zürich mit 46° 28′ (statt 47° 23′) vorkommt." Nun, wir denken, wenn solches einem *Apian*, diesem anerkannten Meister im mathematisch-geographischen Fache, passiren konnte*), so ist noch weit mehr der mindestens um ein ganzes Jahrhundert früher anzusetzende Verfertiger unserer Ortsliste zu entschuldigen, und damit diese letztere als ein sehr schätzenswerthes geschichtliches Dokument beglaubigt.

Ungleich trostloser sieht es selbstverständlich mit den geographischen Längen aus, bei deren Fixirung selbst der grosse Regiomontanus sich kaum innerhalb eines Intervalles von $1^0 - 2^0$ seines Resultates versichert halten durfte. Von absoluten Längen kann natürlich angesichts eines ganz imaginären Anfangspunktes der Zählung gar nicht gesprochen werden, und die Vergleichung hat sich auf die Längendifferenzen zu beschränken. Mit welchen Schnitzern hierin besonders die syrischen und palästinischen Städte behaftet sind, ist uns bereits klar geworden. Doppelt bemerkenswerth und für die Geschichte der darstellenden Erdkunde wichtig ist neben solchen Verunstaltungen der Karte die relativ richtige Bestimmung der Längenaxe des mittelländischen Meeres. Diese Bestimmung war die Achillesferse sämmtlicher mittelalterlicher Kartographen; mit den Vorzügen der mathematischen Ortsbestimmungen erhielt man auch alle ptolemäischen Längenfehler, welche

*) Wir dürfen nämlich uns nicht mit dem Gedanken begnügen, *Apian* habe eben auch seine Daten von anderswoher beziehen und deren Unrichtigkeit ohne die Möglichkeit eigener Nachprüfung in Kauf nehmen müssen. Ein solcher Mann, dem ausdrücklich bezeugt wird 55), dass er gerne wissenschaftliche Reisen machte, wird doch sicher nie die Gelegenheit zur Anstellung eigener Observationen und Berichtigung fremder aus der Hand gegeben haben.

der grossen Axe des Mittelmeeres eine Entwickelung von 62 statt 42 Längengraden gaben „und dadurch das Antlitz unseres Welttheils ärgerlich entstellten.“ Hier nun hat, wenn wir die übliche sexagesimale Theilung anwenden, der Berg Karmel 90° 20′, die Stadt Cepta (unser heutiges Ceuta an der marokkanischen Küste) 138°; und da diese beiden Orte mit allem Rechte als Grenzpunkte der fraglichen Längenausdehnung betrachtet werden dürfen, reducirt sich diese letztere auf 47° 40′, und der übliche Fehler ist nahezu auf seinen vierten Theil herabgebracht. Ausgeglichen ward dann freilich wieder die durch die richtige Annahme mit den anderen irrthümlichen Daten entstehende Diskrepanz durch eine monströse

Fig. 4.



Ausbuchtung der pyrenäischen Halbinsel. Ein Bild der Mittelmeerländer, wie es durch die Ortsangaben unserer Tafel gefordert wird, haben wir in Fig. 4 zu skizziren versucht.

Sehen wir uns dasselben genau an, so erkennen wir bald, dass wesentlich zwei Fehlerquellen die Schuld an den unschönen Verzerrungen des grossen Meerbeckens tragen, nämlich vor Allem die Vertauschung des iberischen Rhombus mit einem entsetzlich langgestreckten Parallelogramm, und dann die Nichtachtung der Umbiegung der kleinasiatischen Halbinsel im Golfe von Issus, wo-

durch dann auch mittelbar die falsche Lage von Athen und Constantinopel mitbedingt war. Wir halten dafür, dass arabische Vorbilder an beiden mehr oder weniger mitschuldig sind. Denn die Karte des *Edrisi* verwandelt bereits Spanien in ein gleichschenkliges Dreieck, dessen schmale Basis an Frankreich und an den biscayischen Meerbusen grenzt, Portugal hat darauf bereits eine west-östliche Längsrichtung, und von da bis zu der geographischen Missgeburt unseres Kärtchens war nur noch ein einziger Schritt. Noch eklatanter ist die Analogie im Osten, denn die Form der Balkanhalbinsel ist bei *Edrisi* ganz genau dieselbe, wie in unserem Falle. Man wird folglich mit der Vermuthung nicht fehlgreifen, unser Kartograph sei durch arabische Einflüsse bestimmt gewesen. Am nächsten würde es liegen, den Ursprung späterer Ortsbestimmungen des Mittelalters in den alphonsinischen Tafel zu suchen, allein nach einigen ad hoc angestellten Vergleichungen geht man wieder von dieser plausiblen Hypothese ab.

Ehe wir unsere Betrachtungen über die Ortstabelle und deren Eigenthümlichkeiten beenden, möchten wir noch auf eine allerdings blos unter dem rein mathematischen Gesichtspunkt interessante Seite jener hinweisen. Die Rubriken für Länge, Breite und Tagesdauer sind, wie man sieht, so eingerichtet, dass durchweg Einer unter Einer, Zehner unter Zehner, Hunderter unter Hunderter zu stehen kommt. Wenn es sich jedoch durch Zufall trifft, dass z. B. die Anzahl der Minuten zwischen 0 und 10 liegt, so finden wir nicht blos die Angabe m, sondern fast allenthalben 0 m. Diese uns wohlbekannte aber im Mittelalter mindestens überaus seltene Darstellungsweise, in Verbindung mit dem ganz isolirten Auftreten von Centesimalkreistheilen, scheint uns dazu zu berechtigen, unsere Handschrift unter diejenigen literarischen Erscheinungen des Mittelalters zu rechnen, in welchen die ersten Spuren der Decimalbrüche zu Tage treten.

§ 16. Auf die Tabelle selbst folgt in dem Traktat „De cosmographia“ noch eine enggeschriebene halbe Seite, zu deren Uebertragung und Analysirung wir nunmehr übergehen wollen. Die obige Zusammenstellung, heisst es, liefere zugleich einen Kanon „de inventione medii solis et lune.“ Die Epochen — denn so wird man wohl am Zweckmässigsten das immer wiederkehrende Kunstwort „radices“ übersetzen — dieser Bewegungen beziehen sich in den alphonsinischen Tafeln auf den Meridian von Toledo; wer

sich also dieser Tafeln für irgend einen anderen Ort bedienen will, muss Mittel zur Uebertragung auf seinen eigenen Meridian besitzen, und hierzu kann ihm eben einzig die Ortstabelle verhelfen. Man wähle beispielsweise eine ganz willkürliche Stadt, etwa Köln, und schlage zunächst „in jener kleinen Tafel, welche Tafel der Längen und Breiten der Gegenden" benannt wird, die geographischen Constanten der beiden Städte nach. Man wird finden:

Toledo: $11^0\,0'$ long. — Köln: $27^0\,30'$ long.

Da nun Köln der östlicher gelegene von beiden Orten ist, so ziehe man die geringere Länge von der grösseren ab, wodurch eine Differenz von $16^0\,30'$ entsteht: diese Differenz ist identisch mit jenem Bogen des Aequators, welchen die durch beide Orte hindurchgehenden Meridiankreise abgrenzen. Will man vom Längenunterschied zum Zeitunterschied übergehen, so verwandelt man das Bogenmaass einfach dadurch in Zeitmaass, dass man eine Zeitstunde gleich 15 (?) Graden setzt. Soll die Theilung noch weiter getrieben werden, so ist jeder Grad = 4 Zeitminuten, jede Bogenminute = 4 Zeitsekunden (das Original ist hier durch einen ganz augenfälligen und deshalb gleich von uns rektificirten Schreibfehler entstellt). Auf diese Weise ersieht man, „quantum de motu cujusvis planete correspondeat tali tempore eum tabulis alphoncy operando." Diese Bewegung bringe man von der in der Tafel stehenden „radix" des Planeten für Toledo in Abzug. In unserer Ausdrucksweise würde sich diese Vorschrift etwa so ausnehmen. Nachdem man die Längendifferenz $(\lambda_1 - \lambda_2)$ eruirt hat, berechne man aus der bekannten Umlaufszeit des Paneten die Frist, welche er zur Durchlaufung dieses Bogens benöthigt; ist dieselbe gleich t, und geht der Planet in dem westlicher gelegenen Orte zur Epoche τ durch den Meridian, so wird dieser nämliche Moment für den östlicheren die Epoche $(\tau - t)$ besitzen. Läge dagegen, heisst es weiter, Köln oder was immer für eine Stadt westlich von Toledo, so müsste man zur Epoche τ die dem bezüglichen Bogen der Planetenbahn entsprechende Zeit hinzuaddiren.

In dieser Auseinandersetzung ist zu bemerken, dass die frühere Centesimaltheilung ganz unbefangen und stillschweigend wieder durch die sexagesimale ersetzt worden ist; wenn also ein Zeitgenosse des Abschreibers seine Rechnungen auf die mit der Tabelle verknüpfte Gebrauchsanweisung basirt haben sollte, mag er in mancherlei Conflikte mit der Wahrheit gekommen sein. Sonst

aber ist jene Anweisung ganz correkt und für weniger kundige Leser zweckdienlich. Was jedoch für die Geschichte der Wissenschaft ein grösseres Interesse bietet, das ist der Umstand, dass eine Umkehrung des beschriebenen Verfahrens uns einen Einblick in die Art und Weise der damaligen Längenbestimmung zu thun verstattet. Die klassischen Werke der Alten liessen für diese wichtige Operation, welche *Hipparch* und *Ptolemaeus* fast ausschliesslich mit Hülfe der seltenen Mondfinsternisse durchzuführen gelehrt hatten, so ziemlich im Stiche; es blieb also kaum etwas anderes übrig als die direkte Uebertragung der Zeit. Wusste man, dass ein bestimmtes astronomisches Ereigniss, am besten ein Meridiandurchgang, im Orte A zur Zeit t_1, in B zur Zeit t_2 stattfand so war der Längenunterschied durch $\pm (t_1 - t_2)$ gegeben. Selbstverständlich verlangte diess primitive Verfahren die Anwesenheit ein und desselben Beobachters an beiden Punkten, also grosse Reisen und gut gehende Uhren und dass solche weit mehr als Beobachtungen von Sonnen- und Mondverfinsterungen die Grundlage für solche Tafeln wie die obige abgegeben haben werden, glauben wir behaupten zu dürfen. Erst mit der Zeit verfiel man auf die Idee, solche Phänomene gleich für einen bestimmten Ort vorauszuberechnen und tabellarisch zusammenzuordnen; ein Blick in diesen Almanach ersparte die Reise. In der That halten sich diesem Grundgedanken conform die Vorschläge des *Oronce Finée* und die Messungen des *Baffin* 57), allein das Verfahren selbst war bereits etwas antiquirt durch die inzwischen bekannt gewordene verbesserte Methode der tragbaren Uhren von *Gemma* und jene der Monddistanzen von *Werner* (vgl. Heft 5).

Der Schluss der Handschrift beschäftigt sich noch speciell mit der gegenseitigen Lage von Toledo und Erfurt, an welch' letztere Stadt also wohl persönliche Beziehungen den Verfasser fesselten. Die beiden haben einen Längeabstand von 16 Graden resp. $1^0\,4'$, da eben $15^0 \equiv 1^h$, $1^0 \equiv {}^1/_{15}{}^h = 4'$ der verschiedenen Massbestimmungen, „ut probatur per canones astrolabii." Was hier unter dem Astrolab zu verstehen sei, liegt nicht ganz klar, denn die beiden gebräuchlichen Auffassungen dieses Wortes als Messinstrument oder als stereographische und orthographische Projektion der Himmelskugel geben keinen guten Sinn. Das Folgende ist nun ausserordentlich merkwürdig, da es den historisch beglaubigten ersten Fall einer Umwandlung von Sexagesimalbrüchen in Decimale

darbietet: „et ultimus (!) illa hora equalis ad 2 minuta diei et 40 secunda diei ut probatur per tabulam de resolutione horarum in minuta dierum.“ Dieser Satz wäre absolut inhaltslos, wenn wir uns nicht zu der Annahme verstünden, es habe dem Schreiber und auch dem Autor eine Theilung des Tags in 24 Stunden à 100 Minuten und 10000 Sekunden vorgelegen, denn unter dieser Voraussetzung gilt wirklich die oben angedeutete Proportion: 2,40 sechzigtheilige Minuten : 4 hunderttheiligen Minuten = 100 : 60.

Allein man sollte sogar schliessen, dass Jenen die Existenz eines im Decimalmaass angefertigten astronomischen Kalenders bekannt gewesen sei, denn es heisst wörtlich weiterhin: „cum illis duobus minutis et 40 secundis intratur in tabulam medii motus cujuslibet planete et minuta secunda tertia quarta sic inventa subtrahantur a radicibus toletanis et habetur propositum.“ Würde man z. B. mit jenen $2' 40''$ in eine für die mittlere Bewegung der Sonne berechnete Tafel eingehen („intrare“, ganz im modernen Sinne gebraucht), so bekäme man $2' 37'' 42''' 12''''$; diese Zahl von der in den toletanischen abgezogen liefert die Culminationszeit für Erfurt, „ad aeram incarnacionis“, d. h. in einer auf die Geburt Christi bezüglichen Jahres- und Tages-Zahl. Ganz ebenso hätte man sich bei irgend einem anderen Planeten zu verhalten. Und umgekehrt giebt jene Differenz den Meridianabstand beider Städte und die Zeit an, um welche ein Himmelskörper in Erfurt früher als in Toledo seine Kulminationshöhe erreicht. In Wirklichkeit wäre freilich auch noch die Eigenbewegung zu berücksichtigen.

Wir sind mit unserer Aufgabe zu Ende. Wenn wir der Hoffnung Raum geben, durch unser Referat zweien Disciplinen zu gleicher Zeit einen kleinen Dienst geleistet zu haben, so glauben wird auf die Beistimmung des aufmerksamen Lesers rechnen zu dürfen. Die Geschichte der exakten Erdkunde wird von dem Dasein einer abgerundeten, wenn schon mit Fehlern behafteten Tafel geographischer Ortsbestimmungen, welche nachweisbar mit derjenigen des „Libros del Saber“ nicht übereinstimmt, mit einigem Interesse Akt nehmen, und auch das anhangsweise erläuterte Verfahren der Zeitübertragung von Meridian zu Meridian verdient notirt zu werden. Aber auch die Mathematik als solche wird einigen Gewinn aus unseren Nachweisungen ziehen. Für die von *Curtze* zuerst an die Oeffentlichkeit gezogene Entwickelungsgeschichte der „latitudines“ liefert die cylindrindrische Karten-

projektion des Codex einiges neue Material; die erste mit vollem Rechte analytisch-geometrisch zu nennende Formel, auf welche man unseres Wissens bisher im Verlaufe des Mittelaltes gestossen ist, findet sich hier vor. Endlich werfen die verschiedenen Transformationen aus Zeit- in Bogenmaass und umgekehrt einiges neue Licht auf den Zusammenhang des decimalen und sexagesimalen Systemes, welcher nach den erhaltenen Aufschlüssen doch theilweise ein engerer gewesen zu sein scheint, als man gemeiniglich glaubt.

§ 17. Bei Feststellung des Planes dieser Schrift ward zuletzt noch auf eine kleine und isolirte Diatribe in deutscher Sprache verwiesen, deren Besprechung den Schluss des Ganzen bilden sollte. Es ist diess das einzige in der Muttersprache abgefasste Bruchstück des ganzen voluminösen Sammelbandes; es erfüllt mit vier Spalten zwei Quartseiten und ist anscheinend von einer anderen Hand als derjenigen des Mönches *Theodorich* eingetragen. Es macht somit ganz den Eindruck eines Lückenbüssers, und in der That lag es nahe, dass nach der Vollendung des Ganzen die gar nicht selten vorkommenden leeren Blätter von einem anderen Klosterbruder für seine eigenen Zwecke verwendet wurden.

Was nun das Fragment selbst anlangt, so enthält es in möglichster Kürze das kosmologische Glaubensbekenntnis eines gelehrten Geistlichen aus den fünfzehnten Jahrhundert. Ungefähr dreiviertel des kleinen Programmes beschäftigen sich ziemlich eingehend mit der Detailbeschreibung des Aufenthaltes der Seligen, welchen der Autor mit dem Ausdruck vollster Sachkunde und Ueberzeugungstreue schildert. Gerade dieser Haupttheil mag dem mit kirchlichen Dingen sich beschäftigenden Kulturhistoriker des Neuen und Spannenden Mancherlei bieten, allein für unsere Zwecke wird eine summarische Relation hinreichen. Der Standpunkt, von welchem aus der Verfasser das Weltgebäude schildert, ist noch ein so primitiver oder besser gesagt naiver, dass wir uns, wäre jener nichts weiter als ein namenloser Compilator und in irgend einem gleichgültigen Convente Deutschland's zu suchen, kaum zu unserem Vorhaben autorisirt fühlen dürften. So aber verhält es sich eben nicht; vielmehr ist derjenige, der in so schmuckloser und kindlicher Schreibart auf vierunddreissig Halbstandzeilen den Bau der Welten abmacht, eine der Koriphäen der deutschen Gelehrtengeschichte, der Magister *Johann von Gmunden* (1380 — 1442).

Dieser Mann, der noch mit einem guten Theile seiner Lebenszeit dem vierzehnten Jahrhundert angehörte, ist es, dem die Wiener Universität den Ruhm eines Emporiums der Sternkunde für lange Jahre verdankt; auf die von ihm und seinem Vorgänger *Henricus de Hassia* ausgegangene Anregung ist in erster Linie die günstige Verkettung von Umständen zurückzuführen, durch welche die Leistungen eines *Peurbach* und *Regiomontan* möglich wurden. Leider ist uns zur Zeit eine volle Würdigung jenes Gelehrten und des durch ihn angebahnten Fortschrittes nicht wohl möglich, denn von seinen neun Fachschriften, welche *Stern* 58) aufzählt, kennt man nur wenig, da leider blos eine einzige, nämlich der als merkwürdige Inkunabel in weiteren Kreisen bekannte Kalender, durch den Druck verbreitet wurde, während noch kein Historiker den übrigen annoch in Wien aufbewahrten Handschriften sein Augenmerk zuwandte. Von einem solchen Manne ist Alles interessant, so also auch die kleine theologische Kosmographie, von der hier die Sprache ist. Zudem entscheidet dieselbe möglicherweise einen kleinen literargeschichtlichen Skrupel. *Stern* berichtet nämlich auch von einer theologischen Abhandlung, welche man dem Meister *Johann* zuschreibe; allein, da dieser Mathematiker war, so sei es zweifelhaft, ob auch wirklich ihm die Autorschaft gebühre und nicht vielleicht einem gleichnamigen theologischen Collegen 59). Aus unseren Mittheilungen wird hervorgehen, dass der Mathematiker, der ja der Zeitrichtung folgend auch die Würden eines Kanonikus und Domherrn bekleidete, in der Gottesgelahrtheit seiner Tage gut Bescheid wusste und zur Verabfassung theologischer Facharbeiten ganz wohl befähigt gewesen sein kann.

Der Traktat weist die folgende roth geschriebene Ueberschrift auf: „Ista figura demonstrat creationem rerum omnium tam superiorum quam inferiorum insuper et situm uniuscujusque secundum exigenciam sui meriti vel demeriti.“ Diese Worte bringen uns auf die Vermuthung, dass der Text nur als Erläuterung einer bildlichen Darstellung des Universums beigegeben war, welche der copirende Mönch zwar helber vor Augen hatte nachzubilden aber nicht gewillt oder befähigt war. Man mag das Fehlen dieses Originalbildes aus mehrfachen Gründen bedauern, indess hält es nach den Textworten nicht schwer, dasselbe im Geiste zu reconstruiren. Lassen wir jetzt jene selber folgen:

„Dusse jegenwordige figure beteybent de gantzen scheppunge

godes in der geschepnisse middel is dat ertriche Dat is an eynem deyl licht unnd hoch unde de ander deyl is bedecket myt wasser. Dat ertriche is swer Der dridde deyl is dem minschen to ge eyget dar up to wonende In dem middel des ertriches is de helle Ume dat ertriche is dat deype mare by dem Wasser is dey lucht, dey lucht is in drey gedeylt alse Water lucht für Darume is dey spere des fures senewolt (?) und rotunda Der na sint dey speren der seuen planeten myt eren ecentricis unde epiciclis*) De erste lune dey ander mercurij De derde veneris De verde solis De funfte martis De seste jouis De seuede saturni Dar na dat firmament myt groter menüge der steyden stern Dar boue dey cristallen hymel Dar cu boue primum mobile dat is dey erste beweglige Dar cu bouen der furige hymel dar syt god vater son unde heylige geyst unnd dey oberste jungfrowe maria in dem hogesten Dar be neuen sint dy negen kore der hillige engele in rechter ordnunge to beyden syden."

Mit weit grösserer Ausführlichkeit beschreibt dann der Verfasser die neun „Chöre" des Himmels, in welchen nach strenger Rangordnung die verschiedenen Kategorieen der Seligen untergebracht sind. Die einzelnen Klassen der Engel, deren Bestimmung den scholastischen Theosophen so viel Kopfzerbrechen bereitete, die Patriarchen, Propheten, Evangelisten, Märtyrer (merteler), Päpste, Mönche und Nonnen, und endlich die „gemeynsam der heyligen" erhalten ihre Plätze gewissenhaft angewiesen. Den Schluss bilden die Worte:

„Dusse figure had meyster johannes gemunde von Wyne und och die scole der heylighen scrift gemakt alse sie dy bestediget haben tho sinte stephan zu Wyne."

Was den zweiten Theil betrifft, so erkennen wir in ihm einen Nachhall der visionären geistlichen Poesie des früheren Mittelalters *Suso* und *Tauler* gefielen sich in solchen Schilderungen des himmlischen Paradieses; besondere Aehnlichkeit mit der von *Johann.*

*) Diese Excenter und Epicykel bestimmte wohl auch *Johann* lediglich nach den im Almagest enthaltenen Angaben. Wie gross die Abhängigkeit von diesem Werke war, geht u. a. auch aus einer auf fol. 182,1 unseres Codex niedergelegten Zusammenstellung der vier jedem Planeten zukommenden Bestimmungszahlen (Halbmesser des Deferenten, Excentricität des Deferenten, Ezcentricität des Aequanten, Halbmesser des Epicykles) hervor. Keine einzige Zahl weicht von der entsprechenden ptolemäischen ab.

von Gmunden befolgten Tendenz verräth auch der dem zehnten Jahrhundert unserer Zeitrechnung entstammende schöne Leich des Babenbergers *Ezzo*. Selbstverständlich war auch die „göttliche Komödie" des grössten mittelalterlichen Dichters von denen nicht unbeachtet geblieben, welche das Transscendente zu durchdringen bemüht waren. Die Wanderung durch die Sphären, welche *Dante* unter der Führung seines Begleiters antritt, mag sogar als Vorbild der Aufzählung verschiedener Himmelschöre erscheinen, welche wir bei unserer Vorlage antreffen.

Es ist somit nichts Ungewöhnliches oder hervorragend Originelles, auf was wir in diesem Schlussparagraphen des Lesers Auge lenken wollten. All' das, was in dem Fragment enthalten ist, war ja anderweit schon bekannt. Wohl aber sieht auch der Kenner scholastischer Kosmographie nicht ohne Interesse eines der letzten bedeutenden Häupter dieser absterbenden Geistesrichtung in wenigen Worten zusammendrängen, was ihm das Wichtigste seiner Wissenschaft zu sein schien. Und in der That, jeder Hauptpunkt, an welchem die peripatetische Doktrin von *Aristoteles* bis auf *Copernicus* zu erkennen ist, wird scharf und bestimmt ausgesprochen: die Kugelgestalt des Kosmos und der Erde, die Lehre von der Unbewohnbarkeit einzelner Erdräume, von Vertheilung des Festen und Flüssigen, die Lagerung der vier Elemente, der Bau des Sternhimmels bis hinauf zur ersten Bewegungsursache — und endlich das supramundane Gebiet — diess Alles wird selten anderswo so prägnant und bestimmt verzeichnet stehen, als in dem ebendeshalb merkwürdigen Weltschema eines Mannes, der selbst indirekt sein redliches Theil dazu beigetragen hat, sein eigenstes Werk zu zertrümmern. Auch wird es Manchen freuen, den berühmten und doch wenig gekannten Mathematiker von dieser neuen Seite kennen gelernt zu haben.

1) Catalogus codicum latinorum bibliothecae regiae Monacensis; ed. *Halm, Thomas, Guilelmus Meyer,* Tomi I. Pars III., Monachi 1873. S. 138.

2) *Wattenbach,* Anleitung zur lateinischen Paläographie, Leipzig 1869. S. 20.

3) Catalogus etc., Tomi III. Pars II., Monachi 1876. S. 6 ff.

4) Geschichte der Astronomie von den ältesten bis auf gegenwärtige Zeiten, 1. Band, Chemnitz 1792. S. 157.

5) *Cantor,* Mathematische Beiträge zum Culturleben der Völker, Halle 1863. S. 267, S. 419.

6) *Maedler,* Geschichte der Himmelskunde, 1. Band, Braunschweig 1873. S. 143.

7) *Weissenborn,* Die Entwickelung des Zifferrechnens, Eisenach 1877. S. 17.

8) *Zoeckler,* Geschichte der Beziehungen zwischen Theologie und Naturwissenschaft, 1. Band, Gütersloh 1877. S. 194. S. 307. S. 408. S. 625. S. 715.

9) *Aristoteles,* Meteorologica, III, 2, 372.

10) *Magnus,* Die geschichtliche Entwickelung des Farbensinnes, Leipzig 1878. S. 7 ff.

11) *D'Avézac,* Aperçus historiques sur la rose des vents, Rome 1874.

12) Ibid. S. 21.

13) *Zakarija ben Muhammed ben Mâhmud el-Kazwîni's* Kosmographie, deutsch von *Ethé,* 1. Halbband, Leipzig 1868. S. 198.

14) *D'Avézac,* S. 29.

15) Ibid. S. 31.

16) Ibid. S. 32.

17) *Caji Plinii Secundi* Historia naturalis libri XXXVII, lib. II, cap. 19, cap. 21.

18) *Delambre,* Histoire de l'astronomie du moyen age, Paris 1820. S. 48.

19) *Günther,* Anfänge und Entwickelungsstadien des Coordinatenprincipes, Nürnberg 1877. S. 23 ff.

20) *Friis,* Tychonis Brahei et ad eum doctorum virorum epistolae nunc primum collectae ed editae, Fasc. I., Havniae, Lipsiae, Londini, Parisiis 1876. S. 180.

21) *Wolf,* Geschichte der Astronomie, München 1877. S. 180.

22) Ibid. S. 180.

23) *Maedler,* 1. Band, S. 97.

24) *Plinius,* Lib. II, cap. 16.

25) *Strauss,* Leben und Schriften des Dichters und Philologen *Nicodemus Frischlin,* Frankfurt a. M. 1856. S. 329.

26) *De La Lande,* Astronomie, Tome I., Paris 1771. S. 251 ff.

27) Diese Studien, S. 11. S. 69.

28) *Cantor,* S. 49.

29) *Schneid,* Aristoteles in der Scholastik, ein Beitrag zur Geschichte der Philosophie im Mittelalter, Eichstätt 1875. S. 87.

30) *Peschel-Ruge,* Geschichte der Erdkunde bis auf *Alexander von Humboldt* und *Carl Ritter,* München 1877. S. 199 ff.

31) Diese Studien, S. 144. S. 147. S. 150.

32) Ibid. S. 144.

33) *Peschel-Ruge,* S. 93.

34) *Santarem,* Essai sur l'histoire de la cosmographie et de la cartographie pendant le moyen age, Paris 1852. S. 383.

35) *Peschel-Ruge,* S. 151.

36) *Peschel,* Abhandlungen zur Erd- und Völkerkunde, herausgegeben von *Loewenberg,* Neue Folge, Leipzig 1878. S. 41.

37) *Kaltenbrunner,* Die Vorgeschichte der gregorianischen Kalenderreform, Wien 1876. S. 7 ff.

38) *J. S. T. Gehler's* physikalisches Wörterbuch, 2. Auflage, 9. Band, 1. Abtheilung, Leipzig 1838. S. 40.

39) *Kästner,* Astronomische Abhandlungen zur weiteren Ausführung der astronomischen Anfangsgründe, 1. Sammlung, Göttingen 1772. S. 479.

40) Diese Studien S. 5 ff.

41) *Günther,* Die mathematische Sammlung des germanischen Museums zu Nürnberg, Leopoldina, Juliheft 1878.

42) *Wolf,* Handbuch der Mathematik, Physik, Geodaesie und Astronomie, 1. Band, Zürich 1869. S. 116.

43) *Ptolemaeus,* Geographia, Lib. III. cap. 1, 6.

44) *Delambre,* Histoire de l'astronomie ancienne, Paris 1877. S. 435.

45) *D'Avézac,* Coup d'oeil historique sur la projection des cartes de géographie, Bulletin de la société de géographie, sér. V., année 1863. S. 301 ff.

46) *Peschel-Ruge,* S. 146.

47) Ibid. S. 214.

48) Scritti inediti di Francesco Maurolico, ed. *Napoli,* Bullettino di storia delle scienze mat. e fis., Tomo IX. S. 112.

49) *Friedlein,* De Hypsicle mathematico, ibid. Tomo VI. S. 526 ff. *Bretschneider,* Die Geometrie und die Geometer vor *Euclides,* Leipzig 1870. S. 182.

50) *Usener,* Ad historiam astronomiae symbola, Bonnae 1876 S. 17.

51) *Hommel,* der gegenwärtige Stand der Keilschriftforschung, Wissensch. Beilage der allgem. Zeitung vom 18. Juni 1878.

52) *La Composizione del Mondo di Ristoro d'Arezzo,* ed. *Narducci,* Roma 1859. S. 31 ff.

53) *C. v. Littrow,* Alphabetisches Verzeichniss der geographischen Ortsbestimmungen, *Gehler's* phys. Wörterb. 2. Auflage, 10. Band, 3. Abtheilung, Leipzig 1844.

54) *Wolf,* Gesch. d. Astron., S. 375.

55) *v. Prantl,* Geschichte der Ludwigs-Maximiliansuniversität in Ingolstadt, Landshut, München, 1. Band, München 1872. S. 210.

56) *Peschel-Ruge,* S. 218.

57) Ibid. S. 408.

58) *Stern, Johannes de Gmunden, Ersch* und *Gruber's* Encyklopädie, 2. Sektion, 22. Theil, Leipzig 1843. S. 188.

59) Ibid. S. 189.

Namen-Index.

Aencas 229.
Albategnius 227.
Albert 226.
Albumasar 218.
Aleon 233.
Alkindus 218.
Almansor 218.
Alphons (von Castilien) 264.
Andreas Bianco 241.
Aomar 218.
Apian 261.
Aratus 233.
Aristoteles 223. 224. 226. 238. 270.

Bacon (Roger) 251.
Baffin 265.

Campanus 220.
Cantor 219. 220. 236.
Castor 232.
Copernicus 238. 270.
Curtze 266.

Dante 243. 254. 270.
Darwin 221.
D'Avézac 224. 225. 226. 250.
Dorotheus 218.
Duns Scotus 238.

Edrisi 243. 263.
Ezzo 270.

Fibonacci 220.
Frischlin 231.
Fohy 236.

Ganymedes 233.
Gellibrand 249.
Gemma Frisius 265.

Haly 218.
Henricus de Hassia 268.
Herkules 232. 240. 253.
Hipparch 250. 265.
Hippocrates 218.
Hommel 254.
Honorius von Autun 225. 226. 235.
Hypsicles 253.

Ikarus 232.
Johannes von Gmunden 267. 268. 269. 270.
Johannes de Lineriis 218. 219.
Isidorus 225. 226.
Jupiter 233.

Kästner 246.
Kaltenbrunner 243.
Kazwîni 225.
Kosmas Alexandrinus 240.

Lalande 233.
Leupold (von Oestreich) 219.
v. Littrow 241. 260.
Ludwig (von Bayern) 217.

Maedler 219. 220. 229.
Maestlin 232.
Manilius 233.
Marco Polo 254.

Marino Sanuto 243.
Marinus 253.
Massudi 243.
Maurolycus 252.
Maximus Planudes 220.
Mercator 250.
Messalah 229.
Meton 228.

Omons 235.
Orion 233.
Orontius Finaeus 265.
Ovidius 233.

Peschel 240. 242. 250.
Petrus de Dacia 219.
Peurbach 268.
Plinius 224. 226. 227. 228. 231.
Pollux 232.
Pratensis 228.
Ptolemaeus 250. 251. 265. 269.
Pythagoras 227.

Regiomontanus 261. 268.
Ristoro Aretinus 240. 254.
Robert von Lincoln 220.
Ruysbroek 254.

Santarem 241.
Schiltberger 254.
Schneid 238.
Stern 268.
Suso 269.

Tauler 269.
Theodorich Ruffi (Dietrich) 217. 218. 260. 267.
Tycho (Brahe) 228.
Typhon 233.

Venus 233.
Vitruvius 224.

Wattenbach 217.
Wendelin 220.
Werner 265.
Wilhelm von Tripoli 226.
Wolf 219. 229. 249. 260.

Yomar 218.

Zacharias (Papst) 246.
Zoeckler 221.

Berichtigung.

S. 217, Z. 11 v. o. statt „Kaiser Ludwig dem Bayern“ l. „Herzog Ludwig dem Strengen“.

Halle, Druck von E. Karras.

Johann Werner aus Nürnberg

und seine Beziehungen zur

mathematischen und physischen Erdkunde

von

Dr. Siegm. Günther,

Kgl. bayr. Gymnasialprofessor, Mitglied der Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher, corr. M. d. kgl. Gesellschaft zu Prag und der Akademie zu Padua.

Halle a/S.

Verlag von Louis Nebert.

1878.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

Vorwort.

Das fünfte Heft ist dazu bestimmt, für eine ebenso bedeutende als anspruchslose Gelehrtenfigur aus der Sturm- und Drangperiode der exakten Wissenschaften das Interesse der neueren Zeit zu gewinnen, mittelst eines concreten Beispieles die lebendige Arbeit jener Periode, ganz besonders auf dem Gebiete der in ganz neue Bahnen gelenkten mathematischen Geographie, in's Licht zu setzen. Möglich, dass auch ein Stück Lokalpatriotismus, von welchem sich der Verf. durchaus nicht frei weiss, dabei mitwirkte, ihn das stille geistige Schaffen des Pfarrherrn zu St. Johannes einem eingehenden Studium unterwerfen zu lassen, und er leugnet nicht, dass ihn die Beendigung dieser Arbeit gerade in dem Momente besonders erfreut, in welchem ihm durch seine Mitbürger die Vertretung der altehrwürdigen Vaterstadt im Rathe der deutschen Nation anvertraut wurde.

Zu S. 280 und 313 ist nachträglich zu bemerken, dass die Worte „Joannis de Regiomonte“ sich wahrscheinlich auf „epistola“ und nicht auf „meteoroscopii“ beziehen, dass somit die Frage nach dem Autor nicht, wie dort gesagt ist, eine offene genannt werden darf.

Berlin, im September 1878.

Dr. **S. Günther.**

Berichtigungen.

S. 282, Z. 6 v. u. statt „auch von“ l. „schon von“.
S. 288, Z. 4 v. u. statt 53′ l. 52′.

Johann Werner aus Nürnberg und seine Beziehungen zur mathematischen und physischen Erdkunde.

§ 1. Die reiche Wirksamkeit und der grosse Name *Regiomontan*'s hatten den mathematischen Wissenschaften innerhalb der Mauern Nürnbergs für mehr denn zweihundert Jahre eine feste Stätte bereitet. Unter seinen unmittelbaren Nachfolgern, welche zum Theil noch der persönlichen Einwirkung des Meisters theilhaftig geworden waren, ragen *Walther, Albrecht Dürer, Schoner* und *Werner* am meisten hervor, und die Geschichte hat auch nicht angestanden, die Namen dieser Männer mit verdienter Auszeichnung in ihre Bücher einzutragen. Das für seine Zeit musterhaft gearbeitete Werk des Nürnberger Gymnasialprofessors *Doppelmayr* 1) ist auch heute noch ein dem Geschichtsforscher der exakten Disciplinen unentbehrliches Hülfsmittel, und gerade von den oben genannten Gelehrten wird darin mit unverkennbarer Liebe und Sachkunde gehandelt. Allein dem berühmten Astronomen *Walther,* dem genialen Künstler *Dürer* und dem um Nürnbergs Schulwesen hochverdienten Kosmographen *Schoner* gegenüber tritt *Werner* gewöhnlich weit mehr in den Hintergrund, als seine bedeutende Persönlichkeit es verdient; der höchst bescheidene Hintergrund seiner äusseren Lebensverhältnisse mag hiezu das Seinige beigetragen haben. Allein demjenigen, der sich eingehender mit der Gelehrtengeschichte des Reformationszeitalters beschäftigt, muss sich gar bald die Ueberzeugung aufdrängen, dass in dem Kopfe dieses einfachen Mannes ein äusserst reges Geistesleben sich entfaltete und eine reiche Fülle von Ideen jeder Art in den seiner Feder entstammenden Schriften zu finden ist. Darf ihn die mathematische Geschichtschreibung auch fast auf jedem ihrer

Blätter nennen, so ist es doch hauptsächlich der mathematisch-physikalische Zweig der Erdkunde, für dessen Entwickelung er eine geradezu bahnbrechende Bedeutung gewonnen hat. Dieser Theil seiner Leistungen nun ist es natürlich auch, mit welchem wir uns in erster Linie zu beschäftigen haben; damit jedoch der Leser den Mann selbst genau kennen lerne, halten wir es für zweckdienlich, zuerst in kurzen Umrissen ein Bild von dem Leben unseres Helden zu entwerfen, alsdann, ebenfalls nur summarisch, seine sonstige wissenschaftliche Thätigkeit zu skizziren, und dann endlich die für uns an dieser Stelle besonders wichtigen Punkte näher in's Auge zu fassen. Für's Erste sei *Doppelmayr* 2) unser Führer.

§ 2. *Johannes Werner* ward am 14. Februar 1468 zu Nürnberg geboren, absolvirte die gelehrte Schule seiner Vaterstadt und begab sich, nachdem er sich auf mehreren deutschen Universitäten theologischen Studien gewidmet hatte, im Alter von 25 Jahren in das gelobte Land der Wissenschaft, nach Italien. Nach mehrjährigem Aufenthalte daselbst kehrte er nach Hause zurück und verlebte die letzten 30 Jahre seines Lebens (1498 — 1528) als Geistlicher in verschiedenen Funktionen zu Nürnberg; zuletzt versah er das Amt eines Friedhofspredigers in einer der Nürnberger Vorstädte. Ob die neue Lehre, welche gegen das Ende seines Lebens hin die alte Reichsstadt stürmisch bewegte, auch auf *Werner* ihren Einfluss ausgeübt hat, ist nicht bekannt, jedoch hat, wie aus den auf uns gekommenen Pfarr-Registern jener Zeit erhellt, in jedem Falle seine Thätigkeit keinerlei Störung oder Unterbrechung durch jene erlitten. Mathematik und Astronomie hatten bereits den Jüngling eifrig beschäftigt; ihnen gehörten seine Mussestunden, wie er selbst 3) ungefähr in der Weise bekennt: So oft seine kirchlichen Pflichten ihm einen freien Augenblick gewährt hätten, habe er zur Erholung, wie auch um seine Zeit nützlich zu verbringen, mit jener Wissenschaft sich beschäftigt, welche vor allen anderen durch ihre Klarheit und Folgerichtigkeit den Geist erfreue. Von astronomischen Beobachtungen, welche *Werner* in Rom angestellt habe, wird uns ebenfalls berichtet. Im Uebrigen aber sind wir über seinen geistigen Entwickelungsgang nur sehr wenig unterrichtet; aus seinen Werken geht hervor, dass er die klassischen Quellen auf's Gründlichste erschöpft hat, im Uebrigen aber auch die neueren Methoden, wie sie damals in Italien als dem Mutterlande erspriess-

licher Neuerungen kennen gelernt werden mussten, wie nur irgend einer seiner Zeitgenossen beherrschte.

Wir besitzen von *Werner* noch zwei Sammelschriften, deren eine speziell mathematisch-astronomischen Inhaltes ist 4), während die andere, von welcher wir mehr zu erzählen haben werden, geographische Fragen behandelt. Einige andere Arbeiten, worunter auch ein „libellus arithmeticus, qui complectitur quaedam commenta arithmetica", mussten wegen Verlagsschwierigkeiten ungedruckt bleiben und waren schon zu *Doppelmayr's* Zeit verloren gegangen; ein paar andere wurden separat gedruckt. Es war damals eine unglaublich schwierige Sache, für die hohen Herstellungskosten mathematischer Druckwerke einen auch nur einigermassen entsprechenden Ersatz zu finden, und auch *Werner* würde unter diesen Umständen wie jeder andere seiner Fachgenossen zu leiden gehabt haben, hätte ihm nicht ein günstiges Geschick in der Person des Wiener „Buchführeres" *Lukas Alantsee* einen aufopfernden Mäcen zugeführt.*)

In jener ersterwähnten Abhandlung über die Curven zweiter Ordnung betrachtet *Werner* dieselben auf dem Kegel selbst, was ihm von *Chasles* 7) zum entschiedensten Verdienste angerechnet wird, da diese Methode als Vorläuferin der späteren im Geiste der modernen synthetischen Geometrie geschriebenen Untersuchungen von *Desargues, Pascal* und *De la Hire* anzusehen sei. Der Traktat über die Verdoppelung des Würfels ist historisch-kritischer Natur, eine Einleitung zur genaueren Kenntniss des delischen Problemes, welche ihrem Zwecke nach mit den ausdrücklich hiefür bestimmten Monographieen von *Reimer* und *Biering* übereinstimmt. Der Schrift selbst sind einige geometrische und optische Zusätze beigefügt. Für die Geschichte der graphischen Auflösung algebraischer Gleichungen interessant ist *Werner's* Behandlung der berühmten

*) Zu dem, was *Kirchhoff* über die näheren Verhältnisse dieser merkwürdigen Buchhändlerfamilie mittheilt 5), tragen wir aus einer kürzlich erschienenen Schrift von *Schepss* 6) noch nach, dass archivalischen Aufschlüssen zufolge die *Alantsee's* aus Augsburg stammten, wo in der hier in Frage kommenden Zeit ein Träger dieses Namens als Domherr lebte. — Jedenfalls hat der auch für die äusseren Lebensbedingungen wissenschaftlichen Fortschrittes sich interessirende Mathematiker ein Recht, den Namen *Alantsee* neben *Bousquet* und *Teubner* zu nennen.

archimedischen Aufgabe, eine Kugel durch eine Schnittebene nach gegebenem Verhältnisse zu theilen; er bringt diese offenbar kubische Aufgabe auf den Durchschnitt einer Ellipse mit einer Hyperbel. Was die astronomische Schrift über die Bewegung der achten Sphäre anlangt, so hat es dieselbe wesentlich mit der Präcession der Tag und Nachtgleichenpunkte zu thun, zu deren genauerer Kenntniss *Werner* selbst durch eifrige Ortsbestimmungen einzelner Fundamentalsterne nicht unwesentlich beigetragen hatte. — *Chasles* thut nach *Heilbronner* auch noch eines „Tractatus resolutorius qui prope pedisequus existit libris Datorum Euclidis" Erwähnung 8), welcher vermuthlich (?) auf die geometrische Analysis der Alten, d. h. auf die sogenannten Porismen, sich bezogen habe.

§ 3. Wir treten nunmehr den in unser Gebiet einschlagenden fachwissenschaftlichen Leistungen *Werner's* näher. Der weitaus grösste Theil derselben findet sich vereinigt in einem interessanten Sammelbande der Nürnberger Stadtbibliothek, welcher eine ganze Reihe mathematischer Schriften in sich birgt und im Register unter Math. fol. 652 verzeichnet steht. Den Anfang bildet eine „Introductio geographica Petri Apiani in doctissimas Verneri annotationes, continens plenum intellectum et judicium omnis operationis, quae per sinus et chordas in Geographia confici potest, adjuncto radio astronomico cum quadrante novo Meteoroscopii loco longe utilissimo." Es folgen *Werner's* eigene Schriften und ein anonymes Sendschreiben an *Bessarion.* Diese vier Stücke bildeten offenbar von Anfang an einen Band für sich; in unserem Exemplare aber sind noch beigefügt *Apian's* Gnomonik, ferner eine lateinische und deutsche Anweisung zum Gebrauche eines Zeitmessinstrumentes, des nämlichen Autors Schrift über den Quadranten als geodätisches und astronomisches Fundamentalwerkzeug, des *Sebastian Münster* „Organon Uranicum" und endlich *Ulmer's* und *Münster's* Abhandlungen über die Construction von Sonnenuhren. Da das Buch ohne Seitenzahlen gedruckt und nur mit einer sehr unvollkommenen Numerirung am unteren Rande versehen ist, so ist eine genaue Citation sehr erschwert; die Originalarbeiten *Werner's* beginnen der uns geläufigen Zählung zufolge auf Seite 42.

An erster Stelle erscheint „Joannis Verneri Nurenbergensis recens interpretamentum in primum librum Geographiae Cl. Ptolemaei." Da die 8 Blätter erfüllende wortgetreue Uebersetzung ein

besonderes Interesse nicht zu bieten vermag, so gehen wir gleich zu der sehr ausführlichen „Paraphrasis“ über, welche mit einem „Prooemium“ anhebt. Durch drei Werke hauptsächlich habe der berühmte Philosoph und Mathematiker *Claudius Ptolemaeus* von Alexandrien seinen Namen der Nachwelt vererbt: durch sein Almagest, seine Astrologie und seine Geographie, welche er auf Grund des weit unvollkommeneren Werkes seines Vorgängers *Marinus* ausgearbeitet habe. Nach einer kurzen Auseinandersetzung der Grundsätze, von welchen er sich bei seinem Uebersetzungs- und Commentirungswerke habe leiten lassen, geht er zur Sache selbst über; auf der nächsten Seite beginnen „Joannis Verneri Nurenbergensis in primum librum geographiae Claudii Ptolomaei argumenta paraphrases et annotationes.“ *Werner* rekapitulirt mit kurzen Worten die Unterscheidungsmomente, welche der Alexandriner zwischen den beiden Disciplinen der Geographie und Chorographie aufstellt; es sind deren im Wesentlichen vier, welche ein moderner Autor leicht dadurch veranschaulichen kann, dass er sie mit dem bekannten Unterschiede zwischen Naturlehre und Naturbeschreibung in Parallele stellt. Auf diesen Gegensatz beziehen sich denn auch die ersten selbstständigen Bemerkungen des Commentators.

§ 4. Ganz richtig wird an den principiellen Unterschied in der Thätigkeit zweier Maler erinnert, deren einer einen bestimmten Körpertheil mit aller nur möglichen Schärfe auf dem Papier wiederzugeben bestrebt sei, während es dem anderen auf die Fixirung des Gesammteindruckes eines Gesichtes oder einer Gestalt ankomme; ganz ähnlich verhalte sich die Arbeit des Chorographen — oder, wie wir heutzutage sagen würden Topographen — zu derjenigen des Geographen. Letzterem fällt mehr die quantitative, Ersterem mehr die qualitative Betrachtung zu. Man weiss, dass *Ptolemaeus* einer gewissen Einseitigkeit folgend, den Namen „Geographie“ ausschliesslich deren mathematischem Theile vindicirt wissen wollte und sich so in einen bewussten Gegensatz zu seinem berühmten Collegen *Strabo* setzte. Die Begleitworte zum zweiten Kapitel bezeichnen gleich anfangs als die Hauptaufgabe der messenden Erdkunde die Bestimmung der Entfernung zweier Orte auf der Erdoberfläche. „Hujus autem inspectionis atque traditionis historia*)

*) Das Wort „historia“ gebraucht unser Verfasser durchweg im

Berichtigung.

S. 217, Z. 11 v. o. statt „Kaiser Ludwig dem Bayern“ l. „Herzog Ludwig dem Strengen“.

Halle, Druck von E. Karras.

Johann Werner aus Nürnberg

und seine Beziehungen zur

mathematischen und physischen Erdkunde

von

Dr. Siegm. Günther,

Kgl. bayr. Gymnasialprofessor, Mitglied der Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher, corr. M. d. kgl. Gesellschaft zu Prag und der Akademie zu Padua.

Halle a/S.

Verlag von Louis Nebert.

1878.

letztere als die wahrscheinlichste. Beide Tabellen sind genau nach den nämlichen Grundsätzen eingerichtet; sie haben, unseren trigonometrischen Tafeln ähnelnd, einen doppelten jeweils für die nördlichen uud südlichen Zodiakalzeichen bestimmten Eingang. Nachfolgender Abdruck der beiden Eingänge der italienischen Tabelle erläutert zur Genüge deren innere Einrichtung:

Signa Septemtrionalia.

Pro sig. septentr.	Pro sig. meridi.	Virgo Aries			Leo Taurus			Cancer Gemini		
G.	G.	G.	M.	S.	G.	M.	S.	G.	M.	S.
1	29	0	23	55	11	50	24	20	23	49
2	28	0	47	48	12	11	15	20	25	50
3	27	1	11	42	12	32	6	20	47	47
. . . . .										
. . . . .										
28	2	10	46	54	19	45	3	23	28	6
29	1	11	8	19	19	58	20	23	28	41
30	0	11	29	31	20	11	42	23	29	0
		Libra			Scorpius			Sagittarius		
		Pisces			Aquarius			Capricornus		

Signa meridionalia.

Anmerkung 7 lehrt die Bestimmung der Polhöhe, welche bei Tage aus der Culminationshöhe („altitudo meridiana") der Sonne, zur Nachtzeit aus jener eines Sternes von bekannter Deklination gefunden werden soll. Das Verfahren würde bei Anwendung unserer Formelsprache auf die bekannte Relation

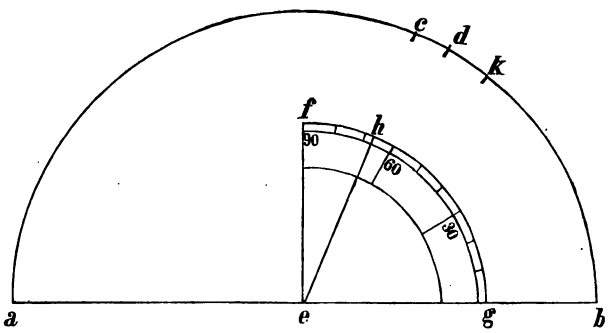
$$h \pm d = 90^0 - \varphi$$

führen, wo h die Höhe, $\mp$ d die Deklination eines Sternes und φ die Polhöhe bedeutet. Wählt man die Sonne als Vergleichsstern, so liefern jene Tafeln unmittelbar die Grösse d, und es braucht bloss h durch Beobachtung ermittelt zu werden.

Sucht man gleichzeitig die Mittagslinie und die Polhöhe eines Ortes zu erhalten, so kann man sich auch des Polarsternes bedienen. In den alphonsinischen Tafeln findet man für die Epoche 1500 die astronomische Länge und Breite dieses Sternes angegeben, man kann aus den dortigen Zahlen seine Deklination und Rektascension mit Hülfe der regiomontan'schen Ta-

fel*) ableiten und so denjenigen Punkt des Thierkreises finden, mit welchem gleichzeitig der Polarstern durch den Meridian geht („coelum

Fig. 1.



mediabit"). Nun sei abc (Fig. 1) der Meridian, e der Mittelpunkt des Horizontes, efg der mit dem einen Schenkel wagrecht gestellte Quadrant, an dessen Alhydade die Dioptern e und h befestigt sind; durch diese beobachte man die obere und untere Culmination jenes Sternes. Zur Fixirung der betreffenden Momente giebt *Werner* eine den kundigen Beobachter kennzeichnende Anleitung: „Quod facile explorabimus per ipsius altitudinem, quae si maxima fuerit velut in puncto c. aut minima velut in puncto k. perspicuum erit igitur eandem stellam meridianum possidere." Ist das geschehen, so fällt die Ebene des Quadranten mit derjenigen des Meridianes zusammen, und das arithmetische Mittel aus der beobachteten grössten und kleinsten Höhe liefert die Erhebung des Poles über den Horizont. — Wir glauben zu diesen Worten *Werner's* noch einige weitere hinzufügen zu sollen. Sein Verfahren ist besonders deshalb merkwürdig, weil es das wahrscheinlich erste ist, welches zweierlei gesuchte Stücke durch eine combinirte Beobachtungsreihe zu finden gestattet, wie dies später bei'm *Douwes'* schen Problem und noch bei gar mancher anderen Gelegenheit

*) Obwohl diese Vermuthung von keinem Geschichtschreiber bestätigt wird, muss man aus diesen Worten doch unwillkürlich den Schluss ziehen, als habe *Regiomontan* auch u. a. Tafeln zur Verwandlung des ekliptischen in das aequatoreale Coordinatensystem angefertigt gehabt.

üblich geworden ist. Zweitens erschien es angezeigt, *Werner's* Priorität für eine eben so einfache als praktische Regel zur Breitenbestimmung zu wahren. *Weyer*, der der geschichtlichen Entwickelung aller von ihm besprochenen Lehren die grösste Aufmerksamkeit widmet, hat für die sonst sehr ausführlich von ihm abgehandelten Höhenmessungen im Mittagskreis 11) keinerlei Nachweise beigebracht; um so wichtiger erschien es, sein reichhaltiges Material entsprechend zu ergänzen. Nur ist es im allerhöchsten Grade auffallend, dass *Werner* nicht statt des Polarsternes irgend einen anderen vom Pole weiter abstehenden Circumpolarstern wählte; man wäre versucht, seinen Worten diese Deutung unterzulegen, wenn er nicht ausdrücklich von α Ursae minoris, d. h. vom Sterne im Schweife des kleinen Bären, spräche.

Die neunte Anmerkung definirt in einer etwas complicirten geometrischen Fassung den Positionswinkel zweier Orte als denjenigen Winkel, welchen der Meridian von A mit der aus A nach B gezogenen Graden (Hauptkreis) einschliesst. Als Corollar hiezu ist die nächste Note zu betrachten, welche das Theorem ausspricht, dass mit den Breiten zweier Punkte und ihrem Längenunterschied resp. Positionswinkel auch deren Entfernung gegeben sei. Hat man diese, so steht auch der Berechnung des Erdumfanges keine Schwierigkeit mehr im Wege. Die von *Eratosthenes* gefundenen Zahlenangaben werden „juxta Plinii autoritatem" wiedergegeben und dazu benützt, festzustellen, wie viel Meilen auf Erden Einem Grade am Himmel gleichwerthig sind, d. h. wie sich auf der Erdoberfläche Längen- und Bogenmaass verhalten. Die dreizehnte Note handelt von der gegenseitigen Verwandlung der Maasse und ist nicht so wohl wegen ihres sehr elementaren Thema's als vielmehr hauptsächlich wegen der allda zu findenden Anklänge an die spätere Buchstabenbezeichnung nennenswerth. Der Autor sagt nämlich wörtlich: Ist a die Anzahl der auf eine bestimmte Entfernung kommenden Tausendschritte, b die zugehörige Anzahl deutscher Meilen und bezüglich c und d die Grösse eines Hauptkreises der Erde in beiden Maasseinheiten, so gilt die Proportion:

a : b gleich c : d.

So höchst naturgemäss, ja selbstverständlich ein solcher Buchstaben-Calcul auch ist, so lag dessen Idee doch immerhin dem Zeitbewusstsein ferne, und wir glauben nicht zu irren, wenn wir die an sich so geringfügig erscheinende Neuerung auf den geistigen

Einfluss *Regiomontan's* zurückführen. Wird auch dessen Autorschaft des berühmten „Algorithmus demonstratus" bestritten, so war er doch sicherlich mit den leitenden Grundsätzen des Werkes vertraut und brach zuerst einer Reform des Rechnens Bahn, welche freilich, wie *Cantor* treffend bemerkt 12), vor der Erfindung des Gleichheitszeichens sich nicht voll zu entfalten vermochte.*)

Die Bestimmung der Sonnenhöhen selbst vollzieht sich mit Hülfe des Gnomons. Da *Werner* mit trigonometrischen Tangenten der Schwierigkeit halber, oder, was wahrscheinlicher, der Gemeinverständlichkeit zuliebe nicht rechnen will, so sieht er sich zu einer umständlichen Hülfsrechnung gezwungen, welche jedoch, wie oben, nicht der bestimmten Zahlen, sondern der Buchstabenausdrücke sich bedient. Die allgemeine Vorschrift wird durch ein interessantes Zahlenbeispiel erläutert. Es wird nach *Plinius* von dem auf dem Marsfelde zu Rom (*Werner* schreibt grundsätzlich „Iroma") errichteten und von dem Mathematiker *Manilius* für astronomische Zwecke eingerichteten Obelisken berichtet; bei einer Messung zur Zeit des Aequinoktiums verhielt sich die Länge des Gnomons zu derjenigen des Schattens wie 9 zu 8; sonach ist, wenn h die Sonnenhöhe bedeutet

$$\sin^2 h = \frac{81}{81 + 64} = \frac{81}{145}$$

und sin h nahe gleich $^9/_{12} = {}^3/_4$. Aus dieser Beobachtung berechnet sich, da d = 0, die Polhöhe Roms zu 41° 37' 52", und mit diesem Werthe stimmen die von *Ptolemaeus* und vom Verfasser selbst gelegentlich seiner Romfahrt von 1493 ermittelten Angaben sehr gut überein. Ausserdem wird auch noch für Venedig und Ancona die analoge Rechnung angestellt. Vom rechnerischen Standpunkte aus betrachtet, war die damalige Zeit sonach noch

*) In der Erwägung, dass dem wahren Historiker selbst die Spur in der Verfolgung eines grossen aber in seinen Anfängen dunklen Gedankens erwünscht sein muss, lassen wir hier noch aus *Prantl's* Geschichte der Münchener Universität die Angabe folgen 13), dass im Jahre 1472 der für jene Hochschule ausgefertigte Stiftungsbrief einer Reihe von Städten Erwähnung zu thun hatte, aus welchen Geldbeiträge zu erheben waren; da die Anzahl derselben damals noch nicht genau fixirt war, ersetzt der Scheiber die ausgelassenen Ziffern durch den Buchstaben n.

nicht über den Ideengang hinausgekommen, welcher *Georg Peurbach* bei der Erfindung des Quadratum geometricum geleitet hatte 14); auffällig bleibt es immerhin, dass *Werner* bei seinen häufigen Citaten aus *Regiomontan* nicht wenigstens einmal im Vorübergehen der werthvollen „Tabula foecunda" sich erinnert, wie er es doch sonst thut.

§ 6. Die einleitende Paraphrase zum vierten Kapitel verbreitet sich über die aus dem Alterthum überkommenen geographischen Ortsbestimmungen im Allgemeinen, tadelt deren geringe Genauigkeit und erörtert besonders die Mängel der Längenmessung. Dass die Beobachtung von Mondverfinsterungen für diesen letzteren Zweck das einzige Hülfsmittel dargeboten hatte und auch zu *Werner's* Zeit noch so ziemlich darbot, geht aus seinen Worten klar hervor.

Auch dieser Paraphrase reiht sich eine Fülle bemerkenswerther Zusätze an. Es wird zunächst gezeigt, dass und wie jede Längendifferenz durch eine Zeitdifferenz ersetzt werden könne; alsdann kommt die Längenbestimmung durch Finsternisse selbst an die Reihe. Wird eine Mondverfinsterung von zwei verschiedenen Beobachtern im gleichen Augenblicke wahrgenommen, so ist evident, dass diese beiden sich auf dem nämlichen Meridian befunden haben. Andernfalls sind verschiedene Fälle zu unterscheiden, je nachdem nämlich dem einen Beobachter das Phänomen vor dem Meridiandurchgang des Mondes zu Gesichte kommt, einem anderen dagegen nachher oder im Momente der Culmination u. s. w. Natürlich muss an beiden Orten auch stets die gleiche Phase des Ereignisses in's Auge gefasst werden, also entweder der Beginn, oder die Mitte, oder der Schluss. *Werner* ist in der Lage, sich auf eigene Erfahrungen berufen zu können. Am 18. Januar 1497 constatirte er in Rom die Schlussepoche einer solchen Eklipse zu 5 Uhr 24 Minuten des Nachts, während die analoge Beobachtung zu Nürnberg 4 Uhr 52 Minuten ergeben habe. Demzufolge müsse er die Behauptung *Regiomontan's*, dass die genannten Städte einen Längenunterschied von 9^0 aufwiesen, dahin corrigiren, dass derselbe nur 8^0 betrage; in der That besteht die Proportion:

$$360^0 : 8^0 = 24^h : (5^h\,24' - 4^h\,53').$$

Aus diesem Resultate und den bekannten Polhöhen wird die Distanz Rom — Nürnberg auf 135 deutsche Meilen berechnet, das Itinerar gebe allerdings deren 150 an, allein beide Angaben liessen

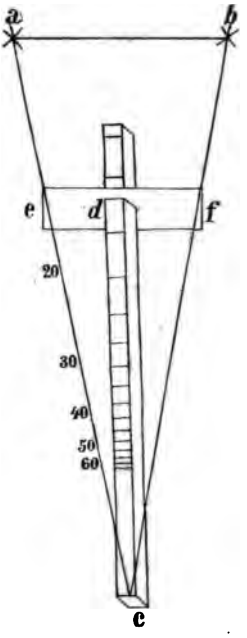
sich ganz gut vereinigen, „si propter obliquitatem viarum decima pars detrahatur.“ Wie bekannt, ist *Werner*'s Längendifferenz um das Siebenfache zu gross; wenn aber *Peschel* 15) die Bemerkung hiezu macht, „sein unverschuldeter Irrthum lag darin, dass er nicht römische und nürnberger Beobachtungen, sondern nur die von *Regiomontan* berechneten Zeiten verglich“, so scheint aus dem Obigen doch immer hervorzugehen, dass er zwar betreffs seiner Vaterstadt auf die bekannten Ephemeriden sich verliess, für die römische Zeit aber sich auf Autopsie beziehen durfte. Es ist eben dieser seltsame Fall ein schlagender Beleg für die unglaubliche Menge von Fehlerquellen, welche jene Bestimmungsweise in sich schloss und nach dem Urtheile gewiegter Fachmänner 16) auch in sich schliessen musste.

In der dritten Note lernen wir ein Instrument zur Abschätzung der Winkeldistanz zweier Orte kennen. Dasselbe ist kein anderes, als der in der Geschichte der nautischen Astronomie mit Recht berühmt gewordene Jakobstab, d. h. ein getheilter Stab, auf dessen Längenaxe sich eine zu jener normale Querleiste parallel mit sich selbst hin- und herschieben liess. Man weiss, dass dieser „baculus astronomicus“ ebenfalls zuerst von *Johannes Müller* angegeben und bei seinen Ortsbestimmungen des Kometen von 1472 zur Anwendung gebracht worden ist 17), allein eine so kundige und detaillirte Behandlung hatten seine Eigenschaften noch nicht erfahren. *Werner*'s monographische Darstellung bezeichnet deshalb einen Markstein in der Entwickelungsgeschichte der astronomischen Beobachtungskunst und kann als ein Vorläufer derjenigen neueren und neuesten Arbeiten gelten, welche gefeierte Forscher ausschliesslich den individuellen Eigenthümlichkeiten einer bestimmten Instrument-Gattung gewidmet haben. Behalf man sich für alle Winkel mit einer Querleiste —, dass diess nicht unter allen Umständen geschah, beweist uns u. a. eine von *Peschel* 18) einem niederländischen Werke entnommene Abbildung —, so musste am Hauptstabe eine Theilung angebracht werden, welche die unmittelbare Ablesung des Winkels ermöglichte. *Werner* lehrt deren Anfertigung zuerst elementar; dann aber sagt er: „Aliter et brevius idem invenientur numeri per tabulam foecundam, inter tabulas directionum Joannis de Regiomonte positam.“ Und dass thatsächlich auch diese Tafel sofort das Gewünschte lieferte, erhellt augenblicklich, sobald wir uns das in Fig. 2 dargestellte Werk-

zeug betrachten. c ist das Auge, a und b sind zwei beliebige Gegenstände, deren Verbindungslinien mit c den zu suchenden Gesichtswinkel acb bilden, ef bedeutet die in d von der Regel selbst durchbohrte Querstange. Sei deren Länge gleich l, cd dagegen gleich λ, $\angle$ acb $= \varphi$, so hat man offenbar:

$$\varphi = 2 \text{ arc tg } \frac{l}{2\lambda}.$$

Fig. 2.



Diese letzteren Zahlen mussten somit auf cd so abgetragen werden, dass mit wachsendem Argumente φ die Entfernungen der Gradstriche stets kleiner und kleiner wurden, wie sich diess auch aus der — selbst in ihren perspektivischen Unwahrscheinlichkeiten — treu wiedergegebenen Figur ergiebt. *Werner* hat dann weiterhin noch Tabellen für diese Eintheilung berechnet, welche vier Folioseiten unserer Vorlage erfüllen, ausserdem hat er, worauf wir schon oben anspielten, die möglichste handliche Einrichtung des ganzen Apparates fortwährend im Auge behalten und u. a. auf einer besonderen Figurentafel acht Modelle von Schiebern („pinacidia") und vier Modelle von Massstäben verzeichnet.

Die sechste und siebente Anmerkung beschäftigen sich mit der praktischen Ausführung solcher Messungen und bahnen so den Weg zu der demnächst an die Reihe kommenden berühmten Methode der Monddistanzen, bei welcher wir etwas länger verweilen wollen. Ist doch die in einfachster und bescheidenster Weise hier gegebene Andeutung von den weitgehendsten Folgen gewesen! Zur Bestimmung des Längenunterschiedes kann man mit Erfolg dann schreiten, wenn man die wahre Bewegung des Mondes und ausserdem noch einen Stern seiner Lage nach genau kennt, dessen astronomische Breite jedoch 5^0 nicht übersteigen darf*). Voraus-

*) Deshalb, weil die Mondbahn eine Neigung von 5^0 gegen die Ekliptik besitzt.

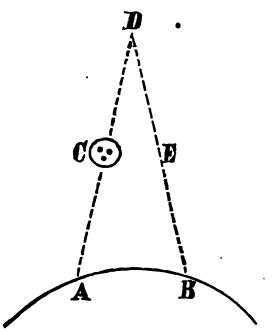
gesetzt wird dabei, dass man über völlig genaue und mit einander bestens übereinstimmende Tafeln des wahren wie des mittleren Mondlaufes verfügen könne. Soll nun die Längendifferenz der beiden Orte A und B ausgemittelt werden, so misst der Beobachter in A zu irgend einer Zeit mit Hülfe seines Radius den Abstand irgend eines solche Zodiakalsternes von Monde. Welcher Punkt des Mondes gemeint ist, wird zwar nicht ausdrücklich gesagt, indess darf man aus den unmittelbar folgenden Worten den Schluss ziehen, dass der dem Sterne zugewandte Mondrand gemeint ist. Dividirt man den gefundenen Bogen durch den wahren stündlichen Mondlauf, so erhält man jene Anzahl von Stunden (Minuten und Sekunden), welche zwischen dem Momente der Beobachtung und jenem des Zusammentreffens von Mond und Stern gelegen ist („quo luna cum eodem sidere fixo conjungetur"), sei es nun dass die Beobachtung vor oder nach der Bedeckung stattgefunden hat. Hierauf ist zu berechnen, wann das nämliche Ereigniss im Orte B stattfand; resp. es ist dasselbe für den Meridian von B bereits ein für allemal vorausberechnet. Verhält man sich dann bei der Vergleichung dieser (aus dem Almanach zu entnehmenden) Zeitangabe mit der direkt eruirten ganz ebenso, als gälte es die Vergleichung zweier durch Mondfinsternisse erhaltenen Zahlen, so gelangt man ohne weiteres zum Längenunterschied A — B. Charakteristisch ist der auf die Autorität des Almagestes verweisende Schluss dieses Abschnittes: „Et si scrupuli hujus dubio angatur ergo quintum librum magnae compositionis claudii Ptolemaei consulat statimque reperiet ex visa illa lunae ejusdemque fixi sideris distantia, veram eorum elongationem."

Dass diess Verfahren der ausübenden Erdkunde die wesentlichsten Dienste geleistet hat und von einer grossen Anzahl hervorragender Astronomen angewendet worden ist, dürfte in weiteren Kreisen bekannt sein, jedoch halten wir es trotzdem nicht für überflüssig, den interessanten geschichtlichen Nachweis *Weyer*'s 19) hier abdrucken zu lassen: „*Lacaille* machte im Jahre 1750 auf einer Reise nach dem Cap der guten Hoffnung solche Längenbestimmungen. *Maskelyne* desgleichen auf einer Reise nach St. Helena im Jahre 1761. *Lacaille* und *Maskelyne* haben am meisten zur Einführung dieser Längenbestimmung in der nautischen Astronomie beigetragen. Um nahe dieselbe Zeit ist *Niebuhr* auf seiner Reise nach Arabien der Erste gewesen, welcher die Längenbestimmung durch Mond-

distanzen bei geographischen Expeditionen zu Lande ausgeführt hat. Die Monddistanzen verdrängten die Längenbestimmung aus Mondshöhen, welche noch von *Bouguer* empfohlen wurden, aber weniger Genauigkeit besassen.“ Die neueste, auch auf die geschichtliche Entwickelung bedacht nehmende, Monographie über die ursprünglich *Werner*'sche Methode hat *Schwarz* 20) geschrieben. Wohl kann man mit Recht an letzterer das aussetzen, dass sie für jene Zeit der Unzulänglichkeit der Hülfsmittel halber keine einigermassen brauchbaren Ergebnisse zu liefern vermochte, allein gerade darin liegt unseres Erachtens eines ihrer Hauptverdienste, dass durch sie immer wieder der Eifer aller Betheiligten zur Verbesserung und Vervielfältigung jener Hülfsmittel angespornt ward, wie sie denn in erster Linie den Anstoss zur Erfindung der Spiegelinstrumente, sowie zur Construktion der Tafelwerke eines *Tobias Mayer* und *Hansen* gab.

Seinen freien umsichtigen Blick bethätigt *Werner* auch besonders dadurch, dass er die prinzipielle Einerleiheit von Verfinsterungen und Sternbedeckungen hervorhebt. Seine Idee, Abstände zu messen, ist freilich nicht eigentlich die der Okkultationen; liest man aber seine Worte aufmerksam nach und ersieht daraus, wie ihm die Distanzen zugleich die Zeit des Verschwindens lehren sollten, so kann man mit Fug behaupten, beide Methoden, deren Verschiedenheit lediglich eine taktische, keine grundsätzliche ist, leiteten ihren gemeinsamen Ursprung aus *Werner*'s Geiste her. Wenn *Pigafetta*, der beide kennt, die letzterwähnte nach *Lord Stanley*'s 21) Uebersetzung mit folgenden Worten beschreibt (Fig. 3): „The annexed figure will give an idea of this, from which it is seen that the ray of the star D is intercepted by the moon C for those who are at A, and not for those who are at B, for whom it was intercepted when the moon was at E“, so möchte diese Beschreibung unserer Vermuthung, der italienische Kosmograph habe aus *Werner* geschöpft, wohl nicht zuwiderlaufen.

Fig. 3.



§ 7. Das fünfte ptolemäische Kapitel welches von der Unsicherheit älterer Ortsbestimmungen und der Nothwendig-

keit zeitgemässer Neuaufnahmen handelt, wird von *Werner* rasch abgemacht, nicht minder das sechste, in welchem die hauptsächlichsten Irrthümer des *Marinus* besprochen werden. Im folgenden bildet das Thema die falsche Abgrenzung, welche jener Geograph der bewohnbaren Zone gegeben, und hier fühlt sich auch *Werner* wieder zu einigen selbstständigen Aeusserungen veranlasst. Er definirt zuvörderst den Begriff „apparens" oder „phaenomenon"; alsdann wird der Fall besprochen, welchen *Marinus* anführt, für eine arabische Stadt berühre einmal in der Nacht der Schweif des kleinen Bären („stella illa : quam pro boreali mundi polo vulgus celebrat") den Horizont. Die früher erörterte Breitenbestimmungsmethode führt unter diesen Umständen sofort zu der Erkenntniss, dass die Breite jener Stadt der Poldistanz des sogenannten Polarsternes gleich sein muss. Für 1514 soll die Poldistanz nahebei $4^0\,10'$ betragen, zur Zeit des *Marinus* aber habe sie sich auf 12^0 belaufen.*) Weiterhin wird bewiesen, dass die geographische Breite mit der Zenithdistanz des höchsten Meridianpunktes identisch sei, ein Satz, dessen man bedarf, um über die Schattenverhältnisse der verschiedenen Zonen sich Klarheit zu verschaffen. Alle diese Betrachtungen haben im Grunde nur den einen Zweck, die Angaben jenes ältesten Geographen zu rektificiren. Dass dieser kritische Zweck bei unserem Autor jedoch immer zugleich mit theoretischen Absichten sich verbindet, tritt überall, so auch in seiner Exegese des achten Kapitels, hervor. Hier definirt er, ohne jedoch dieses Wort selbst zu gebrauchen, das Wesen des „Gegenwohnens" und beweist, dass je einmal im Jahre zwei Gegenwohner genau dieselben meteorologischen Zustände („aeris complexionem") haben müssen, insoweit dieselben ausschliesslich vom Sonnenstande abhängig gedacht werden. Und dass in der That zu diesem letzteren noch gar manche andere die Witterung beeinflussende Faktoren hinzutreten, dessen war sich *Werner* sehr wohl bewusst. Indem er für zwei gleichweit vom Aequator abstehende Orte zur Zeit des Aequinoktiums die Identität der Bestrahlungszustände geometrisch feststellt, fährt er fort: „Nam si regio circa locum a. fuisset plana : et regio loci b. montibus ac convallibus scabrosa.

*) Dieser zu grosse Werth kann von *Werner*, da ja damals die wirkliche Nutation der Erdaxe noch völlig unbekannt war, nur aus jener irrthümlichen Nutation gefolgert sein, welche das ganze Mittelalter den Polen beilegte.

Necesse igitur esset sub parili etiam declinatione solis in utrumque ab aequatore partem : propter inaequalem radiorum solis incidentiam in finitimis regionibus loci b. gelidiorem esse aeris affectionem : quam in finibus loci a. Nam in scabrosis ac montosis territoriis : radii solares non aequaliter reflectuntur a montibus atque vallibus : sed in diversum distrahuntur minorem efficientes calorem : quam in campestriis ac planis habitationibus : in quibus lux omnis atque radii solares : ad aequales resiliunt angulos." Eine offenbar ganz sachliche Auffassung des Wesens der diffusen Bestrahlung.

War bisher mehr von den Ortsangaben des *Marinus* im Allgemeinen die Rede, so wendet sich vom achten Kapitel ab die Untersuchung speciell den von dem Tyrier angeführten und benutzten Seereisen zu. Ueber diese letzteren theilt auch *Werner* eine eigene Ansicht mit. Es sei für den Seefahrer, meint er, viel leichter, der heissen Zone sich zu nähern, als umgekehrt von dieser in die gemässigteren Klimate zurückzukehren. Zwischen den beiden Wendekreisen werde durch die unausgesetzte Anwesenheit der Sonne eine solche Hitze erzeugt, dass jene Ausströmungen, aus denen die Winde entstehen, gar nicht oder doch nur in sehr geringem Grade statthaben könnten, während umgekehrt da, wo nur eine mittlere Temperatur herrsche, energische „Exhalationen" und damit auch heftigere Windströmungen beobachtet würden, deren Wehen die Bewegung eines Schiffes vom Aequator weg sehr behindern müsse. Man sieht, dass dem, der diese Worte schrieb, die Existenz und Richtung der Passatwinde bekannt war, und erkennt auch wohl eine Spur richtiger Erklärung dieses Phaenomens in der Behauptung, dass am Aequator selbst absolute Windstille herrsche. Der in der Calmenregion stetig sich ernenernde vertikale Luftstrom ist ja auch wirklich kein Wind im Sinne jener Zeit zu nennen.

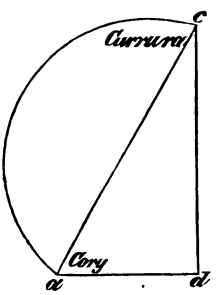
§ 8. Die „Annotatio" zum zehnten Kapitel löst die für die Festlegung gewisser ägyptischer und äthiopischer Orte brauchbare Aufgabe: „Ex decremento seu recessu inundationis nili inter duo loca : interpositam itineris longitudinem cognoscere." Man denke sich zwei am Nile gelegene Orte a und b; a sei der südlichere, b der nördlichere, d ein beliebig zwischen ihnen gelegener Punkt. Kennt man hierauf in dem Momente, wo in b gerade das Steigen des Flusses beginnt, die Pegelstände bc und de für b und c, so erhält man aus ähnlichen Dreiecken die Proportion

$$ab : ad = bc : dc,$$

so dass, wenn nur die Lage von d gegen a oder b als bekannt vorausgesetzt werden darf, die Distanz ad selbst gegeben ist. „Pari modo ex inundatione alterius fluminis inter duo loca: quae idem fluvius aluit itinerarium poterimus invenire distantiam."

Mit Hülfe all' dieser Betrachtungen lässt sich der vollgültige Nachweis dafür erbringen, dass *Marinus* die Ausdehnung und Grenzen der bewohnbaren Region durchaus unrichtig angegeben habe. Eine erste Note des Commentators bestimmt die Länge der Maasseinheit „funis" zu 30 Stadien, eine zweite verweist betreffs der Berechnung eines bestimmten Parallelen-Grades auf eine spätere Abhandlung. Die unmittelbar folgende Paraphrase liefert eine „emendatio longitudinis cognitae terrae a viarum perfectionibus" und verdient dieses ihres Zweckes halber den Namen eines für die mathematische Geographie des Reformationszeitalters bedeutsamen Dokumentes. Von Einzelheiten führen wir an, dass die Verbindungslinie vom Euphrat zum „steinernen Thurm"*) dem Parallel von Byzanz folgen, hingegen die weitere Reiseroute von jenem Zwischenorte nach China südlicher gelegen sein und mit dem Parallel des Hellespontes übereinstimmen soll. Stützte diese Grenzregulirung der „zona habitabilis" sich hauptsächlich auf die Berichte von Landreisenden, so zieht gegentheils Kapitel 13 vornämlich die Berichte der Seefahrer in Rechnung. Gelegentlich dieser letzteren macht uns *Werner* mit der zu seiner Zeit gebräuchlichen Windrose bekannt, welche er ebenfalls noch mit nach oben gerichtetem Südpunkte darstellt und von Norden an, der Drehrichtung des Uhrzeigers folgend, in nachstehender Weise detaillirt: „Septentrio, Aquilo, Caecias, Subsolanus, Vulturnus, Euroauster, Auster, Libonotus, Affricus, Favonius, Corus, Transcea."

Fig. 4.



Die zweite Anmerkung lässt uns einen erfreulichen weil seltenen Einblick thun in die Art und Weise, wie der gebildete Seemann aus den gewöhnlichen Schiffsbüchern in damaliger Zeit seine wissenschaftliche Schlüsen zog. Das Vorgebirg Cory (a) und die Stadt Currura (c) liegen an einem Gestade, welches die direkte Verbindungslinie ac (Fig. 4) beider Punkte ganz

*) Nach neueren Untersuchungen ein wirklich diesen Namen tragender Transit-Platz im heutigen kaschgarischen Turkestan 22).

ähnlich, wie ein Halbkreis seinen Diameter, umspannt. Die Schifffahrt des Alterthums war fast ausschliesslich Küstenschifffahrt und bei dieser letzteren war arc ac zu 3040 Stadien bestimmt worden; um hieraus den Längenabstand ad in linearem Maasse zu erhalten, sollte man, so lautete die Vorschrift, von jener Zahl zuerst den dritten Theil, vom Reste wieder ein Drittel wegnehmen und endlich diesen letzten Rest halbiren. *Werner*'s Interpretation dieser allerdings möglichst dunkel gehaltenen Vorschrift ist diese: Der Halbkreis verhält sich zum Durchmesser sehr nahe wie 11 : 7 oder wie 3 : 2; berücksichtigt man den mannigfachen Aufenthalt, welcher dem Schiffe durch widrige Winde verursacht wird, so kann man für diesen recht wohl wieder ein Drittel des Gesammtweges in Abzug bringen. Ferner aber liefert im vorliegendem Falle die Beobachtung das Ergebniss $\angle$ cad $= 60^0$, und da, wie wir wissen, $\angle$ adc $= 90^0$ ist, so hat man

$$\text{ad} = \text{ac} \sin 30^0 = \frac{1}{2} \text{ ac} = \frac{1}{18} \text{ arc ac.}$$

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass *Werner* die von den Praktikern geübten Handgriffe richtig aufgefasst und erklärt hat; welchen Grad von Genauigkeit ein derartiges Resultat beanspruchen konnte, war wohl Niemandem klarer als ihm. Man möchte nur noch fragen, wie denn wohl die Grösse der Winkel cad und dca ermittelt ward; aus *Werner*'s Darlegung ergiebt sich, dass — vermuthlich vermittelst des Compasses — der Windstrich ac als mit dem Borneas, d. h. mit der um 30^0 von der Nord-Süd-Linie abweichenden Richtung, zusammenfallend erkannt worden war. Wir glauben in der hier absichtlich genauer studirten Divination ein neues und den Geschichtschreibern bisher entgangenes Beispiel zu jener eigenartigen Schiffsrechnung erblicken zu sollen, welche unter dem Namen des „Marteloio" seit der Entdeckung der magnetischen Richtkraft den Steuerleuten des mittelländischen Meeres geläufig gewesen zu sein scheint 23).

Dass nicht sowohl eine allgemeine Formel, als vielmehr jeweils eine dem gerade vorliegenden Falle angepasste Gelegenheitsregel bei dieser Art der Ort- und Wegbestimmung massgebend war, geht aus dem beigebrachten Belege wohl mit aller Deutlichkeit hervor. Derartige Detailregeln beschäftigen denn auch von nun an längere Zeit hindurch unseren Gewährsmann in seiner doppelten Eigenschaft als Uebersetzer und Erklärer. Nicht wesentlich von

dieser Art seiner Thätigkeit verschieden ist seine Kritik des *Marinus* auch in anderen Punkten. Derselbe hatte von verschiedenen Orten ausgesagt, sie lägen sich gegenüber („opponi"), resp. ihre geographische Länge sei die gleiche. *Werner* berichtigt mehremale diese irrthümliche Behauptung, indem er z. B. die Lage der Orte Tarracona und Jol (Caesarea in Mauretanien) diskutirt. Die Pyrenäen sollen nach *Marinus* östlich von Tarracona gelegen sein, während andererseits der Pyrenäen-Meridian mit demjenigen von Jol übereinstimme. Ganz ähnlich wird noch eine ganze Reihe anderweiter Irrthümer des *Marinus* namhaft gemacht.

Von solchem Tadel bleibt auch die ebene Projektion der Erdkugel nicht verschont, welche von jenem Geographen herrührt, und zwar bieten nun die zahlreichen Ausstellungen des *Ptolemaeus* unserem Schriftsteller die erwünschte Gelegenheit, sich selbst über kartographische Dinge auszusprechen. Sehr eigenthümlich muss es erscheinen, dass *Werner* sich noch an die alte, bereits von *Aristoteles* widerlegte, Ansicht des *Euclides* und der pythagoräischen Schule hält, welcher zufolge die Lichtstrahlen vom Auge ausgehen. Die Grundwahrheiten der centrischen Projektion werden in Kürze festgestellt. Ein Kreis, dessen Ebene das Auge mit enthält, projicirt sich als Gerade; damit also eine Kugelmeridian als Gerade erscheine, muss der Visirpunkt in die Meridianebene fallen, und damit sämmtliche Meridiane in dieser Weise degeneriren, muss man eben das Auge in die Erdaxe verlegen. Befindet sich dasselbe irgendwo in dieser Linie, so stellen sich sämmtliche Parallelen wiederum als Kreise dar. Die Grössenverhältnisse der bei der Abbildung des bewohnbaren Erdgürtels in Frage kommenden Parallelkreise (durch Thule und durch Rhodus) sind vordem unrichtig angenommen worden und sind demgemäss hier verbessert. Soll also jene Abbildung wirklich geleistet werden, so erhält man an Stelle der Meridiane ein System von convergirenden geraden Linien, an Stelle der jene Gegenden durchziehenden Parallelkreise Bögen concentrischer Kreise.

§ 9. Mit diesen Hülfsmitteln und Anschauungen augerüstet tritt man jetzt an die von *Ptolemaeus* gelehrte Projektionsmethode heran. Dieselbe ist in der Geschichte der Kartographie wohl bekannt; sie ist die zweite, welche in der historischen Reihenfolge als eine wirklich wissenschaftliche in Betracht kommen

kann.*) So lange die aufzunehmende Zone keine sehr grosse ist, werden augenfällige Verzerrungen vermieden; zudem hat diese Art des Entwurfes den Vorzug, dass sie zunächst — d. h. in der von *Ptolemaeus* adoptirten Form — zwar nicht, aber doch nach Anbringung einer wenig eingreifenden Veränderung conform ist, wie diess von *Wolf* 25) nachgewiesen wurde. Bekanntlich hat *Ptolemaeus* ausser dieser seiner ersten Methode noch eine zweite in Vorschlag gebracht, welcher er selbst nachrühmt, dass sie was Schönheit und Treue der Bilder anlange, jener früheren vorzuziehen sei, während allerdings die Einzeichnung der Daten in die nach jener hergestellten Karten nicht mit gleicher Leichtigkeit, wie dort, vorgenommen werden könne. Nach *Gretschel*, der so ziemlich jeder der aus früherer Zeit auf uns gekommenen Construktionen eine liebevolle geschichtlich-kritische Behandlung hat angedeihen lassen, übersetzt sich diese zweite Manier des Alexandriners folgendermassen in die uns geläufige Sprache 26): Sämmtliche Parallelkreise erscheinen als concentrische Kreise, der die bewohnbare Zone halbirende Meridian wird gerade; um auch die anderen Meridiane zu erhalten, trägt man auf dem Aequator die Grade selbst, auf dem Parallelkreis dagegen die mit dem Cosinus der geographischen Breite multiplicirten Länge jener Aequatorgrade ab. Dieses Verfahren ist nun insofern ganz willkürlich, als die Lage des Centrums aller concentrischen Parallelen eine unbestimmte, von dem Gutdünken des jeweiligen Zeichners völlig abhängige ist. Der Erfinder, welcher einen ganz bestimmten Zweck, nämlich die perspektivische Abzeichnung der Erdoberfläche für einen in Syene befindlichen Beobachter, im Auge hatte, scheint sich über jenen hinderlichen Umstand nicht klar geworden zu sein; um so mehr

*) „Die scenographische Projektion des *Eratosthenes* kann, obwohl sie eine perspektivische ist, nicht in Betracht gezogen werden, weil bei ihr der Augpunkt nicht in der Verlängerung eines Kugeldurchmessers angenommen wurde, sondern so gewählt war, dass der Parallelkreis und der Meridian von Syene in Aegypten als gerade Linien erscheinen müssen . . . . Dieses Netz befriedigte schon drei Jahrhunderte später *Claudius Ptolemaeus* nicht und führte ihn zur Darstellung dieses Flächengebietes auf einer Ebene, die durch Abwickelung einer die Erdkugel im Parallelkreise von Rhadus (36° n. Br.) umhüllenden Kegelfläche erhalten wurde" 24). Mit jeder neuen, den geographischen Gesichtskreis nach Nord oder Süd erweiternden, Entdeckung ward freilich diese Kegelprojektion mehr und mehr unmöglich.

aber gilt diess von seinem Commentator. In seiner „Annotatio I" betont er mit Entschiedenheit, dass die Lage des Augpunktes „juxta autoris subjectionem" gewählt werden dürfe. *Werner* beweist dann noch ausführlich, dass die Bilder der sämmtlichen Parallelkreise ihre convexe Seite der dem Beschauer diametral entgegengesetzten Himmelsrichtung zuwenden müssen. Auch die noch folgenden Anmerkungen führen gewisse Einzelheiten der ptolemäischen Idee weiter aus und bekunden die grosse geometrische Gewandtheit des Verfassers immer wieder auf's Neue. Seinen selbstständigen Sinn verräth uns u. a. folgender kleine und an sich wohl unscheinbare Zug. Nachdem er die Grösse eines gewissen Winkels im Anschluss an die griechische Vorlage ermittelt hat, fährt er fort, er wolle die nämliche Aufgabe noch ein zweites Mal, und zwar „extra mentem autoris" lösen. Diese Möglichkeit, sich aus dem Gedankengang irgend eines der antiken Vorbilder auch nur für Augenblicke hinauszuversetzen, gieng eben auch bedeutenderen Köpfen jener Uebergangsperiode vollständig ab!

§ 10. Wir treten nunmehr an eine eigene Leistung *Werner*'s heran. Nach einer kurzen mehr conventionellen Zueignung an den Nürnberger Mäcenas *Willibald Pirkheimer* beginnt „Libellus Joannis Verneri Nurenbergensis de quatuor aliis planis terrarum orbis descriptionibus", 11 Seiten erfüllend. Obschon Mathematiker und Geographen unter den verschiedensten Gesichtspunkten bereits auf diesen geistvollen Traktat aufmerksam gemacht und seinen Inhalt analysirt haben, so sind die betreffenden Nachrichten doch immerhin noch so zerstreut, es hält noch so schwer, sich einen Gesammtüberblick über *Werner*'s Stellung in der Geschichte der Kartographie zu verschaffen, dass wir es für unsere gebieterisch geforderte Pflicht erachten, diese Lücke nach Kräften auszufüllen.

Der erste Satz ist der Bestimmung der Grösse eines Parallelkreises vom Radius r' unter der Breite φ gewidmet; unter r den Erdradius verstanden, hat man bekanntlich, auch in der unserem Schriftsteller aufgezwungenen Umschreibung,

$$r' = r \sin (90^0 - \varphi) = r \cos \varphi.$$

Alsdann wird zur Berechnung einer Tabelle geschritten, welche für ein beliebiges Breiten-Argument die Länge eines dortigen Parallelengrades in Theilen eines Aequatorgrades auszudrücken gestattet. Die nächste (dritte) Proposition behandelt eine an und

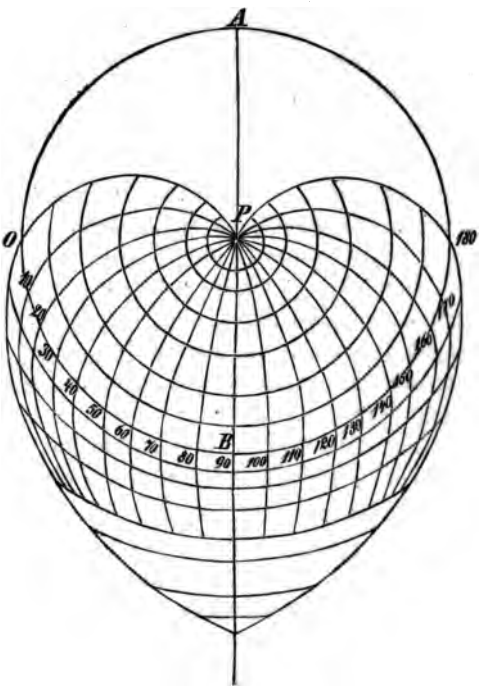
für sich ziemlich elementare und leichte Aufgabe, welche jedoch durch ihren deskriptiven Charakter unser Interesse auf sich lenkt. Es wird nämlich nicht auf der, in Perspektive dargestellten, Kugel, sondern in der Ebene die Grösse des Aequatorealsegmentes*) bestimmt, welches einem gegebenen Parallelkreise an Grösse gleich ist. In unseren Zeichen hat man wieder, wenn φ die Breite, x die gesuchte Bogenlänge,

$$x : 2 r \pi = \cos \varphi : 1.$$

Eine hiezu berechnete Tabelle wird bezeichnet als „Tabula continens segmenta aequinoctionalis super dato plano scripti similia circumferentiis parallelorum : ad quas quadrans ejusdem aequinoctialis eas habet rationes : quas quadrans aequatoris super sphaera ad quadrantes parallelorum eorundem habet ordinum."

Vorliegende Construktion dient nun dazu, eine plane Darstellung der gekrümmten Erdoberfläche zu entwerfen, in welcher sämmtliche Parallelkreise durch entsprechende Segmente concentrischer Kreise wiedergegeben werden. Man trage auf einer Geraden AB, deren Mittelpunkt P der Nordpol ist, gleiche Theile ab und beschreibe um P als gemeinsames Centr. Kreise, welche jeweils durch die so markirten Theilpunkte hindurch gehen. Der durch den p ten Theilpunkt (von P aus gerechnet) gehende Kreis wird mit demjenigen Parallel identificirt, welcher auch auf der Kugel durch den p ten Theil-

Fig. 5.



*) Segment ist hier gleichbedeutend mit Bogen.

punkt eines Meridianquadranten bestimmt ist. Alsdann bestimme man für jenen Kreis vom Radius $\frac{1}{n}$ AB die Grösse eines dem Kreise $2 r \pi \cos \varphi$ gleichen Bogens, was durch zweimalige Anwendung obiger Regel geschehen kann, und trage von diesem Bogen je eine Hälfte symmetrisch zur Geraden AB auf der Kreisperipherie ab. Solchergestalt entsteht jene herzförmige Projektion, welche uns Fig. 5 vor Augen führt. *Gretschel* 27) stellt diese erste *Werner*'sche Manier, von welcher die beiden folgenden nicht bedeutend abweichen, mit der Methode von *Sanson,* der sogenannten „synusoidalen Projektion", in Parallele. Während bei dieser letzteren der allen centrischen Abbildungen gemeinsame Kegel, der seine Spitze im Auge hat, in einen Cylinder sich verwandelt, degenerirt er bei *Werner* in eine Ebene, welche die Erdkugel berührt. Es ergiebt sich auf diese Weise leicht, dass die Meridianabstände auf dem Aequator unter sich gleich und den wirklichen Abständen auf der Kugel proportional sind. Hingegen werden die Parallelkreise den Aequator- und Meridiangraden gegenüber zu gross ausfallen und man kann sich deshalb auch noch die Frage vorlegen, ob nicht mit Beibehaltung des Grundgedankens auch diese Proportionalität noch erreicht werden könnte*).

§ 11. Aehnlich, wenn auch selbstverständlich minder bestimmt und consequent, haben wir uns die Schlussfolge unseres Autors zu denken, welche ihn denn auch zu seiner fünften Proposition und mit ihr zugleich zu einem der vorhin hervorgehobenen

---

*) *Gretschel* hat es mit Recht seinem Zwecke nicht entsprechend erachtet, die Gleichung der von *Werner* zu Hülfe genommenen herzförmigen Curve aufzustellen; wir hingegen glauben diese Lücke ausfüllen zu sollen. Nehmen wir P als Pol eines Polarsystemes, dessen Axe mit PB zusammenfällt, und bezeichnen durch ϱ und ψ die Coordinaten eines beliebigen Curvenpunktes, so erhalten wir unmittelbar aus den Construktionsprincipien die gesuchte Gleichung:

$$\psi = 2\pi \frac{\sin \frac{\varrho\pi}{2}}{\frac{1}{2}\varrho\pi}.$$

Dieselbe ist also transscendent, und *Werner*'s Abhandlung eine der frühesten neueren, welche solche krumme Linien, wenn auch nur gelegentlich, in Betracht ziehen. Für ein gegen Null convergirendes ϱ wird, da $\frac{\sin x}{x}$ den Grenzwerth 1 hat, die Amplitude $\psi = 2\pi$, wie es auch der Sachlage nach nicht anders sein kann.

Mängel entledigten Verfahren leitete. Um in dem Bilde von oben zu bleiben, kann man den Tangentialpunkt der Ebene in den Pol selbst verlegen; hierdurch entschlägt man sich allerdings des Vortheiles, dass gerade der halbe Aequator von der Grenz-Cardioide eingeschlossen wird, allein dieser Nachtheil wird durch eine sofort näher zu charakterisirende wichtige Eigenschaft der abgeänderten Projektionsart mehr wie aufgewogen. Wir überzeugten uns oben, dass das Verhältniss der Parallelkreise zu den Meridiangraden nicht das thatsächlich auf der Kugel stattfindende sei; könnte diese noch ausstehende Relation nicht aber durch ein anderes Grössenverhältniss des in die Begrenzungscurve einbezogenen Aequatorstückes noch herbeigeführt werden? *Gretschel* hat dargethan (a. a. O.), dass bei der zweiten Projektionsart diess in der That der Fall ist; dieselbe wird (fünfte Proposition) mit folgenden Worten eingeführt: „Convexitatem terrarum orbis in plano sic scribere: ut quadrans circuli qui aequinoctialis vicem gerens sit aequalis rectae inquam repraesentanti super sphaera quadrantem meridiani: vertice mundi atque aequinoctiali comprachensam." Der Aequatorbogen beträgt hiernach $229^0\,11'$. Nunmehr wollen wir uns die Kugelfläche durch zwei Systeme von Parallelkreisen und Meridianen in unendlich kleine Flächenstücke zerschnitten denken: da die Meridiane des Bildes und ebenso die Parallelen desselben genau dieselben relativen Grössenverhältnisse unter sich aufweisen, wie die entsprechenden Linien des Originales, so werden zwei flächengleiche sphärische Vierecke auch in der Kopie noch flächengleich sein. Ueberdiess kann man, wie dies durch *Gretschel* 28) geschehen, auch direkt nachweisen, dass in diesem Falle, wenn x und y die Coordinaten in der Bildebene, ξ und η diejenigen eines Kugelpunktes sind, die Beziehung

$$\begin{vmatrix} \frac{dx}{d\xi} & \frac{dx}{d\eta} \\ \frac{dy}{d\xi} & \frac{dy}{d\eta} \end{vmatrix} = C.\ \cos\eta$$

obwaltet, d. h. *Peschel* hat nicht ganz Recht, wenn er sagt 29): „Eine neue Methode, um Weltkarten zu zeichnen, lehrte *Johann Staben*, Professor in Wien (gest. 1522); es war die erste äquivalente Projektion, welche *Mercator* für die Uebersichtskarten einzelner Erdtheile wählte." Wir meinen diess so, dass vorläufig noch nicht mit Entschiedenheit festgestellt werden kann, ob *Stabius*

oder *Werner* — übrigens enge befreundete Männer*) — zuerst auf den Gedanken einer äquivalenten Abbildung verfallen ist; jedenfalls finden wir hier den ersten Anstoss zu einer Neuerung, welche in der homalographischen Projektion von *Mollweide* und *Babinet* ihre höchste Vollendung erreichte. — Die dritte Entwerfungsart *Werner*'s, welcher ein Aequatorbogen von 240^0 zu Grunde liegt, begiebt sich wieder der Vorzüge jener zweiten und braucht deshalb hier nicht weiter besprochen zu werden.

Bis in die neueste Zeit herein ward wohl allseitig angenommen, *Werner*'s Leistung sei eine durchaus originale, von älteren Vorbildern durchaus unbeeinflusste gewesen. *D'Avézac*'s kritisches Messer hat hier, wie auch sonst oft, eine Illusion zerstört; er weist nach, dass *Bernhard de Sylva* bereits im Jahre 1511 „un aspect cordéiforme" der Erde publicirt habe 30), und dass seinem Nürnberger Nachfolger lediglich das Verdienst bleibe, jene noch rohe Idee mathematisch ausgearbeitet und wesentlich vervollkommnet zu haben. Auch betreffs der vierten principiell von den drei genannten verschiedenen Abbildungsweise zeigt *D'Avézac*, wie hier gleich vorausgenommen sein möge, die Quellen auf 31); es ist diess die nämliche Methode, welche *Ptolemaeus* und *Synesius* bei ihren „Planisphären", *Messalah* und *Arzachel* bei ihren „Astrolabien" zur Durchführung brachten. In Deutschland sind *Stoeffler* und *Werner* ihre Wiederentdecker, und letzterer wusste ihr eine neue wichtige Seite abzugewinnen: es ist diese Projektionsmethode keine andere als die stereographische, mit deren näheren Umständen der folgende Paragraph sich zu beschäftigen haben wird.

Hatte bei den ersten zwei kartographischen Versuchen das wenn auch halb unbewusste Bestreben geleitet, gleiche Oberflächentheile auch wieder durch gleiche ebene Flächenstücke zu ersetzen, so zielt die dritte Methode mehr darauf ab, eine Analogie zwischen den Entfernungen auf der Kugel und denjenigen im Bilde herzustellen. Aus diesem Grunde werden in mehreren Paragraphen Bestimmungen über die Berechnung von Distanzen auf der Kugel getroffen; insoferne jedoch hievon später ohnehin noch in ausgiebigerer Weise zu reden sein wird, so gehen wir sofort zur zwölften und letzten Proposition der kleinen Abhandlung über.

---

*) Auf *Werner*'s Wunsch construirte *Stabius* den Gnomon der St. Lorenzkirche.

§ 12. Dieselbe lautet: „Planam orbis descriptionem figurae: in qua unus locus datus: ad cuncta alia loca super eandem posita descriptionem: suas distantias: atque positionis angulos: cujusdam officio regulamenti cognitos exhibebit.“ Um diesen Gedanken zu verwirklichen, nehme man den Horizont eines beliebigen Erdortes als Grenzkreis des Bildes, welches einer Halbkugel der Erde entsprechen soll und behalte sämmtliche diesem Horizonte parallele kleine Kreise („quos arabico vocabulo alinicantarath astronomorum vulgus appellat“) als wirkliche, selbstverständlich aber nicht mehr concentrische, Kreise bei. Der Pol liegt auf dem einzigen Meridian, welcher sich als gerade Linie darstellt und mit dem Mittagskreis des betreffenden Erdortes identisch ist; alle übrigen Meridiane werden wieder Kreise sein, die sämmtlich im Pole sich durchschneiden. Als Centrum des Grenzkreises erscheint so naturgemäss der Scheitelpunkt des fraglichen Ortes. Um nun auf einer so construirten Karte die Entfernung zweier Punkte zu finden, bedient man sich eines „regulamentum“, d. h. eines Stabes, dessen Eintheilung nach Graden so vorgenommen wird, dass jede Distanz zwischen dem $(n + 1)^{ten}$ und n^{ten} Theilstrich um ein gewisses grösser ausfällt, als diejenige zwischen dem n^{ten} und $(n - 1)^{ten}$. Betreffs der Differenz der dieser Eintheilung zu Grunde gelegten arithmetischen Progression sind schon vorher die nothwendigen Anweisungen gegeben worden, und so ist denn die Handhabung dieses Maassstabes leicht zu verstehen: „At si distantiam dati loci ad quemvis alium super eandem descriptionem positum metiri velimus: igitur initio regulamenti ad subjectum applicato locum: reliqua parte ejusdem regulamenti propositum alium accomodata: distantiam eorum locorum ipsum regulamentum statim patefaciat.“ Welchen Bedenken dieses Messungsverfahren in Wirklichkeit unterliegt, braucht an diesem Orte nicht weiter ausgeführt zu werden. Um weiterhin den Längenunterschied jener beiden in's Auge gefassten Punkte zu erhalten, errichte man im Mittelpunkt des Aequators auf der Mittagslinie eine Senkrechte, trage nach beiden Seiten auf dieser gleiche Stücke ab und vollende den solchergestalt markirten Halbkreis, dessen Peripherie alsdann in 180 gleiche Theile zu theilen ist. „Angulum autem positionis haud difficulter habebimus: ipso regulamento applicato eisdem duobus locis: subjecto scilicet et alio proposito loco. Nam numerus graduum memorati semicirculi: infra

planam hanc orbis figurationem scripti : inter idem regulamentum et inter dati loci meridianum : qua recta est linea comprehensus : quaesitum angulum positionis patefaciet."

Die letzte Seite unseres Traktates ist ausgefüllt durch eine „formula planae descriptionis terrarum orbis juxta praecedentem instructionem"; der Hülfskreis und das Messlineal sind gleich daneben abgebildet. Der Ort, dessen Zenith den Mittelpunkt abgiebt, ist begreiflicherweise Nürnberg, welches vom Pole, als dem Durchschnittspunkt sämmtlicher Meridiane, um 40^0 (etwas zu wenig) absteht; *Werner* nahm die geographische Breite seiner Vaterstadt zu 50^0 an.

Obwohl die Verzeichnung der Karte durchaus nicht mit der erforderlichen Ausführlichkeit und Gründlichkeit auseinandergesetzt ist, so genügen *Werner*'s wenige Worte doch immerhin vollständig, um seine Intention zu erkennen. Diese vierte Methode, durch welche sämmtliche ebene Schnittcurven des Originales abermals in Kreise sich umwandeln, ist somit wirklich die den Griechen wohlbekannte stereographische. Diesen treffenden Namen hat unsere Projektion bekanntlich erst viel später durch den Jesuiten *Aquilonius* empfangen; in den ersten Jahren des sechzehnten Jahrhunderts war sie noch namenlos. Was die mechanische Bestimmung des Positionswinkels zweier Bildpunkte betrifft, so beruht auch sie auf einer richtig erkannten Fundamentaleigenschaft dieser Projektionsart, auf derjenigen nämlich, jeden Winkel zweier sphärischer Curven der Grösse nach unverändert im ebenen Bilde wiederzugeben. — Der Historiker ist wohl berechtigt, nebenbei von jener Vorläuferin unserer späteren graphischen Methoden Notiz zu nehmen, welche in der Anfertigung eines verjüngten Gradlineales zum Ausdruck kommt.

§ 13. Mit Uebergehung des nun folgenden kleinen Fragmentes, welches, ohne neue Gedanken beizubringen, lediglich mit jener unvollkommenen Abbildung der älteren Griechen sich beschäftigt, welche als rechtwinkliges und geradliniges Axenkreuz den Parallel und Meridian von Syene voraussetzt, wenden wir uns sofort zu der grösseren Schrift, welche der „Geographie" des *Georgius Amirucius* gewidmet ist. Dieser Theil von *Werner*'s Studien ist in eine wahrlich unverdiente, wenn auch bei dem vorwiegend mathematischen Charakter des Inhaltes leicht erklärliche, Vergessenheit gerathen. In seiner Zueignungsepistel an den Kardinal *Matthaeus*

von Gurk erzählt *Werner*, dass sein — schon mehrfach erwähnter — Freund *Stabius*, dem sein eigenes wissenschaftliches Streben so vielfache Anregung und Förderung verdanke, ihm unter Anderem auch die Uebersetzung und Commentirung des von einem gewissen Constantinopolitaner *Amirucius**) herrührenden Werkchens anempfohlen habe, und dieser Mahnung komme er nunmehr nach. Es folgt sodann auf zwölf Blättern: „De his quae geographiae adesse debent Georgi Amirucii opusculum."

Wie schon der Titel vermuthen lässt, behandelt dasselbe Gegenstände, welche nicht selbst geographischer Natur, wohl aber indirekt der Geographie förderlich sind; das in den ersten Sätzen entwickelte Programm beschränkt diese allgemeinere Bestimmung noch insoferne, als eigentlich nur ein einziger Gegenstand zur Sprache kommt, nämlich die Auffindung der Entfernung zweier Erdorte. Diesem seinem Endzwecke nähert sich der griechische Autor successive mit Hülfe rein-mathematischer Lemmata. Er beweist zuvörderst ganz im Geiste der euklidischen Linear-Arithmetik dass gleiche Bruchtheile zweier Einheiten das nämliche gegenseitige Verhältniss unter sich haben, wie jene Einheiten selbst. Aus dieser Thatsache wird weiter gefolgert, dass die gemeinschaftlichen Sehnen von Meridian und Parallelkreis einerseits und von Meridian und Aequator andererseits sich ebenso zu einander verhalten, wie der Umfang des betreffenden Parallels zu dem des Meridians resp. Aequators. An diesen wichtigen Satz reiht sich „Canon seu regula Cl. Ptolemaei de rectis lineis in circulo productis" und hieran wieder, gewissermassen als unmittelbare Folge jenes Theoremes, „Canon Amirucii de rationibus omnium parallelorum : tum eorum ad se invicem : tum etiam ad aequinoctialem seu ad quemvis maximum circulum." Der Umfang eines Hauptkreises der Kugel wird in dieser Tabelle = 60 gesetzt und nunmehr der einer beliebigen Breite entsprechende Parallelkreis in Sexagesimaltheilen ausgedrückt, wobei die Argumente in halben Graden fortschreiten; so soll z. B. der Parallel von $73^0\,30'$ gleich

$$19.\,60^0 + 2.\,60^{-1} + 18.\,60^{-2}$$

sein.

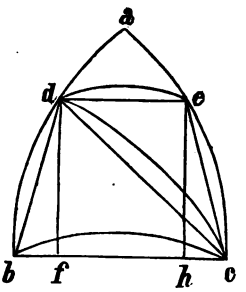
Was die als Endziel der ganzen Untersuchung geltende Haupt-

---

*) Nähere Nachrichten über diesen Byzantiner findet man bei *Doppelmayr* (a. a. O.) zusammengestellt.

aufgabe: Aus den geographischen Längen und Breiten zweier Erdorte deren kürzeste Entfernung in Bogenmaass ausgedrückt zu erhalten, angeht, so wird dieselbe rein constructiv in Angriff genommen. Es sei a (Fig. 6) der Nordpol, c und d seien die beiden durch Meridianbögen mit ihm verbundenen vorgelegten Punkte, und zwar sei ac > ad. Man mache ae = ad, verlängere ad und trage darauf ab = ac ab; zieht man dann die Sehnen de und bc, so kann die Grösse dieser beiden parallelen Strecken als bekannt angesehen werden. Fällt man weiter von d und e auf bc die Lothe df und eh, so sind auch diese gleichlang. Da fh = de, so kennt man nunmehr auch bf = hc = $\frac{1}{2}$ (bc — de). Die Länge des Bogens db ist bekannt, nämlich gleich der Differenz der beiden geographischen Breiten; mit Zuhülfenahme des Kugelradius lässt sich aus dem Bogen die zugehörige Sehne db berechnen, und nun ist

Fig. 6.



$$df = \sqrt{\overline{db}^2 - \overline{bf}^2}$$

ebenfalls gegeben. Zum Schlusse liefert das rechtwinklige Dreieck dfc

$$dc = \sqrt{\overline{df}^2 + \overline{fc}^2}$$

und aus der Sehne wird, rückwärts wie oben, auf den verbindenden Bogen geschlossen.

Es dürfte nicht uninteressant erscheinen, diese Construktion in die uns heute geläufige Sprache zu übertragen. Die beiden Orte seien nachstehend durch ihre sphärischen Coordinaten gegeben:

$$c \begin{cases} \beta_1 \\ \lambda_1 \end{cases} \quad ; \quad d \begin{cases} \beta_2 \\ \lambda_2 \end{cases}.$$

So ist denn $\angle$ dae = $\lambda_1 - \lambda_2$, arc db = arc ec = $90^0 - \beta_1 - 90^0 + \beta_2 = \beta_2 - \beta_1$.

Die Halbmesser der beiden Parallelkreise de und bc sind resp., wenn R den Erdradius bezeichnet, durch R cos β_2 und R cos β_1 repräsentirt; die zugehörigen Bogen ergeben sich den bekannten Proportionen zufolge wie folgt:

arc de $= R \cos \beta_2 \, (\lambda_1 - \lambda_2)$; arc bc $= R \cos \beta_1 \, (\lambda_1 - \lambda_2)$, und hieraus wieder die Sehnen:

de $= 2R \cos \beta_2 \sin \frac{1}{2} (\lambda_1 - \lambda_2)$; bc $= 2R \cos \beta_1 \sin \frac{1}{2} (\lambda_1 - \lambda_2)$.

Es ist somit

$$bf = R \sin \tfrac{1}{2} (\lambda_1 - \lambda_2) (\cos \beta_1 - \cos \beta_2).$$

$$bd = 2R \sin \tfrac{1}{2} (\beta_2 - \beta_1).$$

Diess in die obige Gleichung eingesetzt liefert

$$df = \sqrt{4R^2 \sin^2 \tfrac{1}{2} (\beta_2 - \beta_1) - R^2 \sin^2 \tfrac{1}{2} (\lambda_1 - \lambda_2) (\cos \beta_1 - \cos \beta_2)^2}.$$

Wenden wir auf die zuletzt vorkommende Differenz zweier Cosinus die prosthaphäretische Regel an, so folgt

$$df = 2R \sin \tfrac{1}{2} (\beta_2 - \beta_1) \sqrt{1 - \sin^2 \tfrac{1}{2} (\beta_2 + \beta_1) \sin^2 (\lambda_1 - \lambda_2)}.$$

Ferner findet sich

$$fc = de + bf = R \sin \tfrac{1}{2} (\lambda_1 - \lambda_2) (\cos \beta_1 + \cos \beta_2),$$

oder mit abermaliger Beiziehung jener Transformation

$$fc = 2R \sin \tfrac{1}{2} (\lambda_1 - \lambda_2) \cos \tfrac{1}{2} (\beta_2 + \beta_1) \cos \tfrac{1}{2} (\beta_2 - \beta_1).$$

Durch Substitution der Werthe von df und fc fliesst hieraus, nachdem einige unmittelbar einleuchtende Umformungen vorgenommen wurden,

$$dc = 2R \sqrt{\sin^2 \frac{\beta_2 - \beta_1}{2} \cos^2 \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2} + \cos^2 \frac{\beta_2 + \beta_1}{2} \sin^2 \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}}.$$

Man wird aus diesem Ausdrucke sofort den zugehörigen Bogen herleiten können; da $\sin \frac{1}{2} \text{ arc } dc = \frac{dc}{2R}$, so folgt, wenn wieder einige Transformationen angebracht sind und wenn $R = 1$ gesetzt wird,

$$2 \sin^2 \tfrac{1}{2} \text{ arc } dc = 1 - (\sin \beta_1 \sin \beta_2 + \cos \beta_1 \cos \beta_2 \cos [\lambda_1 - \lambda_2]).$$

Diese Gleichung lässt sich auch so schreiben:

$$\cos \text{ arc } dc = \sin \beta_1 \sin \beta_2 + \cos \beta_1 \cos \beta_2 \cos (\lambda_1 - \lambda_2).$$

Wir haben dieser Analyse lediglich deshalb einen besonderen Werth beigelegt, um den für die Geschichte der Mathematik unseres Erachtens wichtigen und neuen Satz aussprechen zu können:

Der erste Geometer, welcher das sphärische Distanzproblem und damit den wichtigsten Congruenzfall der Raumtrigonometrie ohne Zuhülfenahme der rechtwinklig-sphärischen Dreiecke endgültig zu erledigen verstand, ist der durch *Johann Werner* der Nachwelt überlieferte *Amirucius* gewesen.

Alle die Betrachtungen, welche wir in der uns geläufigen

Buchstabenbezeichnung vorgebracht haben, kommen in weitläufigen Umschreibungen auch in unserem Texte vor; da die Art und Weise dieser nach grichischen Mustern *) immer bis auf die ersten Elementarsätze zurückgehenden Beweise anderweit längst bekannt ist, so entschlagen wir uns weiteren Verweilens bei denselben und treten sofort an den Commentar heran oder, richtiger gesagt, an die selbstständige aus elf Propositionen bestehende Schrift: „In Georgii Amirucii Constantinopolitani opusculum Joannis Verneri Norimbergensis appendices."

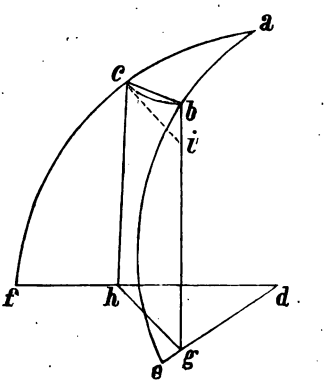
§ 14. Die ersten sechs Sätze sind elementarer und einleitender Natur. In der siebenten Proposition geht der Erklärer auf die im vorstehenden Paragraphen behandelte Lösung des Distanzproblems näher ein, erläutert die einzelnen Proceduren noch durch mehrere neue Hülfslinien und giebt Beispiele zu denselben an. Der nächste Satz enthält eine allgemeinere Wahrheit der Sphärik, deren plumpes Énoncé wir durchsichtiger mit folgenden Worten geben: Der Winkel an der Spitze ist in einem gleichschenkligen Kugeldreieck immer grösser als der entsprechende ebene Winkel des zugehörigen Sehnendreieckes; zurückgeführt wird der Beweis hiefür auf die Beziehung, welche zwischen zwei ebenen gleichschenkligen Dreiecken von gleicher Basis aber verschiedenen Schenkeln betreffs jenes Winkels obwaltet. Hierauf verlangt eine mit der zehnten Proposition zusammenfallende Aufgabe: „Rationem dati anguli super rectilineo triangulo notorum datorumve trium laterum : ad quatuor rectos veluti ipsius gradus. CCCLX . totius circumferentiae circuli complectuntur invenire." Für dieses Problem hatte *Ptolemaeus* in seinem Almagest den mustergültigen Kanon vorgezeichnet, als er es unternahm, die Grösse des bei einer Sonnenfinsterniss vom Monde verdeckten Theiles der Sonnenscheibe zu berechnen 33); das Verfahren *Werner's* lässt sich auf diese Quelle zurückführen und knüpft auch an das „klassische" Dreieck mit den Seiten 13, 14, 15 an, dessen sich ja u. a. auch *Johann Widmann* 34) bedient hatte. Auf diesem Wege verschafft unsere Vorlage sich die Mittel, an die noch von

*) Es war bei den voreuclidischen Autoren, wie diess besonders *Bretschneider* 32) des Näheren nachgewiesen hat, gang und gäbe, jeden einzelnen bei beliebigem Anlass vorkommenden Zwischensatz immer ab ovo zu beweisen. Die späteren Griechen emancipirten sich von dieser Sitte, das Mittelalter dagegen fiel durchweg in dieselbe zurück.

Regiomontanus als sehr schwierig bezeichnete und von der Mehrzahl der Autoren wohl überhaupt für transscendent erachtete Aufgabe heranzutreten: Ein sphärisches Dreieck aufzulösen, von welchem die drei Seiten gegeben sind. In der Erdkunde ertheilt ihr *Werner* diese Formulirung (11. Proposition): „Datis duorum locorum latitudinibus itinerisque intervallo : eorundem differentiam longitudinum : liquidam datamque efficere."

Als erster Specialfall wird der vorgenommen, in welchem die beiden Erdorte dem nämlichen Parallel angehören; derselbe ist natürlich ziemlich rasch erledigt durch die Ueberlegung, dass der zwischen beiden Punkten enthaltene Parallelbogen und der zugehörige Aequatorealbogen aliquote Theile der bezüglichen Kreise sind. Die allgemeine Betrachtung stützt sich auf eine Zeichnung, welcher Fig. 7 nachgebildet ist. Hier sind b und c die beiden Orte von bekannter Breite ($90^0 - ab$) und ($90^0 - ac$) und von bekannter Entfernung bc. Man verlängert die Bögen ab und ac, bis sie den Aequator bezüglich in e und f schneiden; sodann ist arc ef $= \angle$ eaf der gesuchte Unterschied der geographischen Längen. d sei das Kugelcentrum, also de und df je ein Kugelradius. Von b und c sind auf de und df die Perpendikel bg und ch*) gefällt, von denen sich nachweisen lässt, dass sie bekannt sind; in der That sieht man, wenn R seine alte Bedeutung ebenso beibehält wie β und λ, dass

Fig. 7.



$$bg = R \sin \beta_1, \quad ch = R \sin \beta_2$$

sein wird. Dass $\beta_1 < \beta_2$ vorausgesetzt ward, so ist hiernach bg > ch, und wir können auf gb von g aus eine Strecke gi = hc so auftragen, dass der Punkt i zwischen g und h fällt. Nunmehr werden die Verbindungslinien ci und gh gezogen. Die beiden offenbar

*) Die Figur ist bei *Werner* so entstellt (indem bc mit ch in Eine Gerade fällt), dass wir nothgedrungen ihr eine ganz andere Form geben mussten.

parallelen Geraden gi und ch bestimmen eine Ebene, welcher auch die Geraden ci und gh angehören müssen, das Viereck cigh ist ein Rechteck und ci ∦ gh. Die Sehne bc ist als dem bekannten Bogen $(\lambda_1 - \lambda_2)$ zugehörig gleichfalls ein „datum", und man kennt jetzt in dem bei i rechtwinkligen Dreieck eine Kathete und die Hypotenuse; der pythagoraeische Lehrsatz führt zu der anderen Kathete

$$ci = \sqrt{\overline{bc}^2 - \overline{bi}^2}$$

oder auch

$$ci = 2R\sqrt{\sin^2\frac{\delta}{2} - \tfrac{1}{4}(\sin\beta_1 - \sin\beta_2)^2}.$$

Da, wie wir wissen, ci = gh, so kennt man jetzt in dem ebenen Dreieck dgh die drei Seiten, nämlich ausser der so eben berechneten Gegenseite des gesuchten Winkels edf = eaf noch

$$dg = R\cos\beta_1,\quad dh = R\cos\beta_2.$$

Der Cosinussatz der ebenen Trigonometrie, welchen *Werner* vorher entwickelte, ergiebt uns zunächst, wenn (s. o.) δ die sphärische Distanz und sonach $2R\sin\frac{\delta}{2}$ die jene Distanz spannende Sehne darstellt,

$$\cos(\lambda_1 - \lambda_2) = \frac{\overline{gd}^2 + \overline{hd}^2 - \overline{gh}^2}{2.\,gd.\,hd},$$

$$\cos(\lambda_1 - \lambda_2) = \frac{\cos^2\beta_1 + \cos^2\beta_2 - 4\sin^2\frac{\delta}{2} + (\sin\beta_1 - \sin\beta_2)^2}{2\cos\beta_1\cos\beta_2},$$

$$\cos(\lambda_1 - \lambda_2) = \frac{1 - 2\sin^2\frac{\delta}{2} - \sin\beta_1\sin\beta_2}{\cos\beta_1\cos\beta_2}$$

und zuletzt

$$\cos(\lambda_1 - \lambda_2) = \frac{\cos\delta - \sin\beta_1\sin\beta_2}{\cos\beta_1\cos\beta_2},$$

also wiederum völlig die uns geläufige Schlussformel.

Der bereits oben beiläufig angedeutete Gegensatz, in welchem *Werner*'s Behandlung der sphärisch-trigonometrischen Grundaufgaben zu der damals üblichen Manier der Zerfällung durch Höhen steht, tritt an dieser Stelle noch bei weitem markirter hervor, denn damals. Besehen wir uns die vorstehend analysirte Lösung näher, so werden wir unschwer ihre sowie auch ihrer

Genossinnen charakteristische Eigenthümlichkeiten darin erkennen, dass nicht die Kugelfläche selbst als Operationsfeld gewählt, vielmehr ausschliesslich an dem dem Dreieck äquivalenten Dreikant operirt wird. Wir sind überzeugt, dass mancher Leser dieser Zeilen überrascht sein wird durch die Wahrnehmung, dass kein Anderer als *Werner* zuerst jenen stereometrischen Beweis für die Hauptformel der analytischen Sphärik erbracht hat, welcher nicht blos nach des Verf. Ansicht der unter dem pädagogischen Gesichtspunkte vorzüglichste ist und u. a. mit am Präcisesten in *R. Wolf*'s Handbuch 35) vorgetragen wird.

Zur Vervollständigung des Gesammteindruckes von *Werner*'s Darstellungsweise mag es erwünscht erscheinen, ein numerisches Exempel für das zuletzt behandelte Problem wortgetreu mitzutheilen. „Praecedentes demonstrationes subjectis numeris et exemplis clarius ostendentur. Primum itaque data sint in Italia duo loca : hae duae videlicet civitates Ostia et Neapolis : quarum vertices bc. sub eodem parallelo : cujus latitudo existit gra . XLI . m̃ . XXX . viae vero interstitium . id est . circumferentia bdc . gra . II m̃ . XLIII . se . XLVII . quibus ex regula Ptolemaei*) subtenditur bc . recta partium . II . m̃ . XLIV . se . XXXIX . ter . XXI. Cum latitudine itaque ejusdem paralleli gra . XLI . m̃ . XXX . ingressus regulam autoris invenio : partem . 0 . m̃ . XLIV . se . LVI . ter . XV. Igitur per propositionem . V . hujus. Ratio diametri paralleli per Ostiam et Neapolim ad dimetientem meridiani vel aequinoctialis est sicut partis . 0 . m̃ . XLIV . se . LVI . ter . XV . ad unum. Et quia per propositionem . III . hujus. Rectarum similes circumferentias subtendentium : ratio est ut dimetientium circulorum : igitur ratio rectae bc. seu partium II . m̃ . XLIV . se . XXXIX . ter . XXI , ad rectam eg . quae super aequinoctiali subtendit differentiam longitudinalem Ostiae et Neapolis est sicut par . 0 . m̃ . XLIV . se . LVI . ter . XV . ad unum. Numerus autem ad quem bc. recta : par . II . m̃ . XLIV . se . LVI . ter . XV. Eandem habeat rationem : est par . III . m̃ . XXXIX . se . L . II . quibus ex regula Ptolemaei : convenit circumferentia aequinoctialis gra.

*) Unter dieser alle Augenblicke wiederkehrenden Regel des *Ptolemaeus* wird die in der Sehnentafel jenes Astronomen begründete Lösung der Aufgabe verstanden, aus der Bogenlänge a und dem Radius r die Sehne s des Bogens zu finden; wir schreiben diese Regel so:

$$s = 2r \sin \frac{a}{2r}.$$

III . m̃ . XXX. Igitur differentia longitudinalis Ostiae et Neapolis est gra . III . m̃ . XXX . quam oportebat invenire."

Es folgen nun noch andere Zahlenbeispiele und eine kurze Nachschrift an den Kirchenfürsten, welcher das ganze Werkchen entgegengenommen hat. Wir ersehen aus derselben, dass *Werner* seine Ueberarbeitung der mathematisch-geographischen Hülfslehren des *Amirucius* — so würde vielleicht ein moderner Schriftsteller eine Arbeit von verwandter Tendenz nennen müssen — am 6. März 1514 zum Abschlusse gebracht hat. Auf der nämliche Seite des Nürnberger Sammelbandes beginnt noch eine kurze „Ad Bessarionem Cardinalem Nicenum ac Patriarcham Constantinopolitanum: de compositione meteoroscopii Joannis de Regiomonte epistola."

Der Verfasser dieses Sendschreibens ist nicht genannt.

§ 15. Die erste und zwar die weitaus umfassendere Abtheilung der Aufgabe, welche uns die Titelworte dieser Schrift stellen, ist zur Zeit gelöst. Alles, was *Johannes Werner* auf dem Felde der mathematischen Erdkunde — dieses Wort im weitesten Sinne gefasst — geleistet, ist im Vorstehenden unmittelbar nach den Quellenschriften, soweit dieselben zu erlangen gewesen sind, aufgezählt und seinem Inhalte nach sorgfältig analysirt worden. Es ziemt wohl, an dieser Stelle des Abschlusses einen Rückblick auf die wichtigeren Punkte dieser reichen Thätigkeit zu werfen und insbesondere nochmals jene Einzelheiten herauszuheben, durch welche die Arbeiten des Nürnberger Forschers vor anderen verwandten Bestrebungen sich geradezu auszeichnen. Verfassern umfassenderer Geschichtswerke, welche aus dieser kleinen Studie zu schöpfen und durch dieselbe wenigstens den unliebsameren Theil der nie ganz zu umgehenden Quellenvergleichung zu beseitigen gedenken, kommt es vielleicht erwünscht, diese hervorragenden Punkte tabellarisch zusammengeordnet zu sehen:

I. *Werner* ist der erste Astronom, welcher auf die später so beliebt gewordene Methode der Polhöhenbestimmung mittelst der oberen und unteren Culmination eines Circumpolarsternes aufmerksam gemacht und so die Eruirung geographischer Breiten von den zahlreichen in der Beobachtung des Sonnenstandes liegenden Fehlerquellen befreit hat.

II. Ihm verdankt das sogenannte Problem der Meereslänge die erste wirklich auf neuen Gedanken beruhende Förderung, in-

dem er der Erste war, welcher auf die Bestimmung der Entfernung des Mondes von gewissen Fundamentalsternen drang.

III. Seine Verbesserung des älteren Radius astronomicus, verbunden mit den durch ihn berechneten neuen Tabellen zur Eintheilung dieses Instrumentes, bezeichnet eine Epoche in der Geschichte der astronomischen Beobachtungskunst.

IV. *Werner*'s Combinationsgabe setzt uns über manche der verwirrten und sonderbaren Hülfsmittel in's Klare, durch welche die älteren Geographen die aus den Berichten der Reisenden und Seefahrer entspringenden topographischen Irrthümer auszugleichen sich bestrebten.

V. In der Kartographie repräsentiren die von *Werner* wenn auch nicht geradezu erfundenen so doch zuerst wissenschaftlich behandelten herzförmigen Projektionen um so mehr einen bedeutenden Fortschritt, als wenigstens die eine (mittlere) derselben eines der wichtigsten neueren Principien, das der äquivalenten Abbildung, zur Geltung bringt.

VI. Auch für die aus dem Alterthum überkommene stereographische Projektion ist derselbe nicht allein einer der Wiedererfinder, sondern er trägt auch dadurch einen neuen Gesichtspunkt in dieses Verfahren hinein, das er das bisher blos in den Polen oder im Aequator angenommene Projektionscentrum in einen beliebigen Punkt der abzubildenden Kugelfläche verlegen lehrt.

VII. Die *Werner*'sche Bearbeitung der Schrift des *Amirucius* verbessert in wesentlichen Punkten die Lösung des mathematisch-geographischen Fundamentalproblemes: Aus den sphärischen Coordinaten zweier Punkte der Kugel deren Bogendistanz zu ermitteln.

VIII. Nicht minder finden wir daselbst eine mathematisch ebenso neue als ansprechende Behandlung der umgekehrten Aufgabe: Aus den Breiten und der Entfernung auf die Längendifferenz zu schliessen, und damit auch offenbar eine wenn auch indirekte so doch für nicht zu weit entlegene Punkte empfehlenswerthe Methode, das noch sehr im Argen liegende Problem der Längenbestimmung von einer völlig neuen — der geodätischen — Seite aus in Angriff zu nehmen.

Dass ein Mann, dessen Feder nach so verschiedenen Richtungen hin neue Bahnen vorzeichnete, thatsächlich auch in hohem Grade anregend auf seine eigene wie auf die Folge-Zeit wirken musste,

lässt sich nicht bezweifeln, und es wird die Sache weiterer Untersuchungen sein müssen, sich nach solchen Anregungen umzusehen. Ueber die Grenzen dieser unserer Arbeit würde natürlich ein solches Beginnen weit hinausführen. Indessen können wir es nicht unterlassen, wenigstens eines berühmten Mannes Erwähnung zu thun, bei dem sich der Einfluss seines grossen Zeitgenossen leicht erkennen und nachweisen lässt. Es ist diess *Peter Apian*, einer der verdientesten Universitätslehrer des Jahrhunderts, der besonders im Fache der theoretischen Kartographie auf *Werner*'s Schultern steht*) und durch die seinem Sohne *Philipp* übermittelten Lehren den Anstoss zu der anerkannt besten Leistung im Gebiete der praktischen Kartenzeichnung gegeben hat, von welcher das sechzehnte Jahrhundert überhaupt zu berichten vermag**).

*) U. a. ist hier einer anscheinend zuerst bei dem Ingolstädter Professor vorkommenden Darstellung zu erwähnen, welche noch heutzutage gerne gebraucht wird, sobald es sich um gleichzeitige Repräsentation beider Erdhemisphären handelt. Diese Darstellung, durch welche das System der Meridiane in ein Ellipsenbüschel mit zwei gemeinschaftlichen Durchschnittspunkten übergeführt wird, kommt ganz gelegentlich zum Ausdruck in Form der Initiale einer gnomonischen Abhandlung 36).

**) Die literarische und technische Wirksamkeit dieses auch in seinen äusseren Lebensschicksalen wohl einzig dastehenden Gelehrten verdiente wohl einmal Gegenstand einer sebstständigen Monographie zu werden. Nur um zu zeigen, wie Grosses *Philipp Apian* für die bildliche Wiedergabe der Bodengestaltung seines Adoptivvaterlandes geleistet, führen wir beiläufig die Thatsache an, dass *Peschel* auf jenes Arbeiten gestützt einen werthvollen Beleg für seine bekannte Theorie der Stromverzweigung zu erbringen im Stande war. Um nämlich zu erhärten, dass Zu- und Beiflüsse, deren gemeinsame Wassermassen einem Hauptstrome einverleibt werden sollen, durchweg die Tendenz einer möglichst späten — d. h. möglichst gegen die Mündung hinausgeschobenen — Vereinigung in sich tragen, führt der berühmte Begründer der vergleichenden Erdkunde die die Augsburger Ebene durchströmenden Wasserläufe (Lech und Wertach) an. „Zwischen Lech und Wertach", fährt er fort, „floss ehemals noch ein kleiner Bach, die Senkel, welche man noch auf den für ihre Zeit meisterhaften Karten des *Philipp Apian* aus der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts angegeben findet" 37). Gewiss würde eine eingehende Vergleichung dieses trefflichen Atlasses, welcher gegenwärtig eine der Zierden des Münchener Nationalmuseums bildet, über die in der Bodenplastik Süddeutschlands vor sich gegangenen Veränderungen manchen Aufschluss geben können, und wäre es deshalb sehr zu wünschen, dass derselbe einmal einer umfassenden Analyse nach dem Vorbild derjenigen unterworfen würde, welche wir in *R. Wolf*'s Bearbeitung der *Gyger*'schen Karte von Zürich besitzen 38).

§ 16. Die mathematische Geographie räumt somit jetzt vertragsmässig ihren Platz der physikalischen. Ueber diese letztere zum Theil in der ungezügeltsten Weise zu philosophiren war freilich eine Lieblingsbeschäftigung des Zeitalters, allein gerade der, der damals, bei'm Wiederanbruch einer besseren Periode, auf den Ruhm eines exakten Denkers Anspruch machte, der konnte sich von der landläufigen kosmischen Physik der Spätscholastiker am allerwenigsten angezogen fühlen.

Es gab hier streng genommen nur ein einziges Fach, für welches auch der Mathematiker mit gutem Gewissen und mit Aussicht auf Erfolg thätig sein konnte, nämlich die Meteorologie. Freilich nicht in dem Sinne, in welchem wir heutigen Tages eine Anwendung mathematischer Lehren auf die Witterungskunde für nützlich und geboten halten, sondern lediglich deshalb, weil eben mit geringen Ausnahmen, wie wir diess bereits an anderer Stelle betonten 39), die Meteorologie zu jener Zeit gar nichts anderes sein konnte, als Astrometeorologie, resp. ein Zweig der noch sehr wenig in ihrem Ansehen erschütterten Astrologie. Diese letztere musste erst bis zu ihrer höchsten „wissenschaftlichen" Ausbildung gebracht und hiedurch der praktische Nachweis ihrer Werthlosigkeit geliefert sein, ehe auf diesem Gebiete für eine wirklich rationelle Reform Platz geschafft werden konnte. Die nachfolgenden Paragraphen sollen, so hoffen wir, für die Geschichte dieses allzuwenig beachteten Uebergangsprocesses einige bemerkenswerthe Belege beibringen.

Die Vermuthung, dass zwischen den Vorkommnissen am Himmelsgewölbe und denen in unserer Atmosphäre ein inniger Zusammenhang bestehe, diese der naiven Volksanschauung gewiss naheliegende Vermuthung reicht bis auf die ältere griechische Zeit zurück. Festere Gestaltung erhielt dieselbe um die Zeit des peloponnesischen Krieges. „Es war" nach *Ideler* 40) „das Geschäft des griechischen Astronomen, die Phänomene zu beobachten und in Tafeln zu ordnen. Solche Tafeln, worin zugleich die Hauptveränderungen des Wetters bemerkt wurden, hiessen Parapegmen (παραπήγματα), weil sie an öffentlichen Orten zur Einsicht des Publikums aufgestellt zu werden pflegten." Der um die Kalendariographie von Gesammt-Griechenland hochverdiente *Meton* brachte diese Tabellen mehr in ein System; wir entnehmen der erwähnten Quelle noch weiter die Nachricht 41), „dass *Meton* einen Kalender oder Kanon verfertigt hat, in welchem die

Solstitien, Auf- und Niedergänge der Fixsterne und die damit gewöhnlich verbundene Witterung für alle 19 Jahren seiner Periode angesetzt waren." Wir sind also bereits bis zur Prophezeiung kommender Witterungszustände gelangt. Einen neuen Aufschwung nahm diese Kunst von den Zeiten des *Ptolemaeus* an; *Billwiller* nimmt den grossen Alexandriner gegen den Vorwurf in Schutz, ein Beförderer der handwerksmässigen Sterndeuterei gewesen zu sein, und fährt dann fort 42): „Von astrologischen Schriften stammt sicherlich nur eine von *Ptolemaeus*: die „apparentiae stellarum inerrantium", eine Art meteorologischen Kalenders, worin die Constellation der Sternbilder zu den verschiedenen Jahreszeiten in den verschiedenen Klimaten und ihr Zusammenhang mit den Erscheinungen in der Atmosphäre angegeben sind, d. h. es enthält also die Lehren der natürlichen Astrologie." Das Mittelalter warf sich diesen anscheinend so verlockenden und gewinnbringenden Studien natürlich ohne jede Reserve in die Arme; angeblich arabische Schriften, von denen der Leser unseres vierten Heftes wenigstens einige der hauptsächlichsten 43) kennt, wurden in zahlreichen Abschriften verbreitet, und auch selbstständige Leistungen, deren Gehalt freilich nur im engsten Anschlusse an den Zeitgeist eine unparteiische Beurtheilung finden kann, traten an's Licht. Wir führen hier nur eine derselben an: „*Johann Eschvid*, ein Engländer, lebte um das Jahr 1347; er schrieb ein Buch, das gemeiniglich Summa anglicana genannt wurde, eigentlich aber hatte es *Eschvid* summam judicialem de accidentibus mundi betitelt . . Die zweite Abhandlung hat gleichfalls zwölf Abtheilungen und handelt von den besonderen Begebenheiten der Welt, nämlich von der Wärme, Kälte, Heiterkeit der Luft, Regen, Schnee, Hagel, Wind, Donner, Erdbeben, Pestilenz, theure Zeit und Krieg." Diese Inhaltsaufzählung thut recht deutlich dar, was Alles die Gelehrten des späteren Mittelalters zu ein und derselben Disciplin zu rechnen beliebten, und wir müssen sonach zufrieden sein, wenn nur wenigstens einzelne Partieen aus diesem bunten Sammelsurium ausgeschieden und der Astrometeorologie blos diejenigen Gegenstände vorbehalten werden, welche ihr wirklich zugehören. Unter diesen rationelleren Vertretern des scheinbar neu aufstrebenden in Wirklichkeit aber bereits im Absterben begriffenen Wissenszweiges nimmt nun unser *Werner* eine hervorragende Stellung ein.

§ 17. Anhaltend fortgesetzte Witterungsbeobachtungen gaben demselben die Veranlassung zur Zusammenstellung seiner bezüglichen Resultate in einer selbstständigen Monographie, welche allerdings erst nach seinem Tode der Oeffentlichkeit übergeben wurde*) 45). *Johann Schoner*, damals Professor der Mathematik am Aegydien-Gymnasium zu Nürnberg, unterzog sich der Mühe der Herausgabe und erstattete in seiner Widmung an den Dr. med. *Otto Flosser* Bericht über jene. Die studirende Jugend bedürfe, so heisst es darin, mindestens ebensosehr praktischer Beispiele als theoretischer Vorschriften; erstere liefere in vorzüglicher Güte das Beobachtungsjournal *Werner*'s, und zwar glaube er dasselbe um so mehr einem Arzte dediciren zu sollen, weil „haec ipsa pars Physices" ganz besonders als eine medicinische Hülfswissenschaft anzusehen sei. Aus *Galen* und *Hippocrates* werden Zeugnisse für diese damals ohnehin wohl von Niemandem angezweifelte Behauptung vorgebracht, wie z. B. dass jedes Temperament etc. mit einem der Planeten in engster Wechselbeziehung stehe: „Haec ergo multifariam inter se radiis corporibusque juncta, mirificas efficere qualitatum mixtiones, quis dubitat?" Auf diesen Vorbericht folgt dann 46) „Catholicae et aphorismi super aeris mutatione Jo. Verneri Nurnbergensis, pro initio septimi climatis**), atque sub dio Nornbergensi, in decimo quinto parallelo per Boristhenen, cujus latitudo subjicitur graduum 49." Diess ist sozusagen eine theoretische Einleitung, aus welcher der Grundgedanke erhellen soll, welcher den Beobachter bei seinen Aufzeichnungen leitete. *Werner* schildert die Sonne als den Hauptfactor der Witterungsphänomene; „si autem ad frigidum velut ad Saturnum aut Mercurium suos

*) Da diese kleine Schrift stets separat in den Büchersammlungen zu finden ist, so nahmen wir keinen Anstand, dieselbe, vom Titelblatt abgesehen, zur Erleichterung der Citate mit der üblichen fortlaufenden Seiten-Numerirung zu versehen.

**) Für solche Leser, welche der jetzt veralteten Terminologie der griechischen Kosmographen weniger kundig sind, bemerken wir, dass ein „Klima" in dem hier gebrauchten Sinne durch zwei Parallelkreise begrenzt wurde, unter welchen die Verschiedenheit in der Dauer des längsten Tages gerade eine halbe Stunde betrug. Zur Festsetzung der Klimagrenzen dient eine einfache sphärisch-trigonometrische Formel 47), deren Inhalt wohl auch in früheren Jahrhunderten nie gänzlich abhanden gekommen war.

deflexerit radios, aëris tunc complexio gelida frigiditatis affectione distemperatur, mutuus quoque siderum, quae ejusdem existunt complexionis conventus, eandem auget qualitatem, veluti Jovis Martisque complexus sui virtute caloris geminata regionem aëris inferiorem esse cogunt ferventiorem.“ Je nach der Stellung der einzelnen wärmen oder kalten Planeten in den verschiedenen Zodiakalzeichen kann die Temperatur eines bestimmten Jahresabschnittes entweder in excessiver Weise erhöht und erniedrigt oder aber wesentlich gemildert werden, nicht minder ruft die Conjunction oder Opposition zweier Wandelsterne von verwandter Naturanlage entgegengesetzte Wirkungen hervor. Die dieser Darlegung zu Grunde liegende Ansicht, dass die Strahlenwirkung befreundeter Gestirne auf die Erde nach jenem Gesetze sich bestimmen lasse, welches wir gegenwärtig als das des Parallelogrammes der Kräfte bezeichnen müssten, diese Ansicht hat dann bekanntlich 48) *Kepler* noch weit präciser als *Werner* formulirt und zur Basis einer neuen geometrischen Theorie gemacht. Allein nicht blos auf die Planeten hat der Meteorolog Gewicht zu legen, denn 49) „congressus etiam planetarum cum stellis fixis haud longe ab ecliptica discedentibus, notabilem facit aeris mutationem. Et quando sidera in alia zodiaci dodecatemoria transmutantur, hymbrem decidere praesignant: habita tamen ratione qualitatis signorum et temporum, velut in signum aquaticum si fiat mutatio, et tempore hyemis, aut veris pluvia, vel nix eo citius et certius denunciabitur, hyemis quidem tempore nix, si frigida alioquin existit temporum peristasis.“ Nicht minder muss die Stellung der einzelnen Planeten gegen die Sonne vermerkt werden, und auch gewisse Combinationen jener Gestirne unter sich haben auf das Wetter in bestimmter Richtung Einfluss; eine Vereinigung von Jupiter und Merkur z. B. giebt den Anstoss zu heftigen Stürmen. Von den Fixsternen ist zu sagen, dass besonders die Auf- und Untergänge der 15 Sterne erster und der 15 Sterne zweiter Grösse aufzuzeichnen sind. „Nam eisdem diebus, quibus ortus et occasus mundani contigerint, si plenilunium aut interlunium accesserit, aut cum eisdem fixis sideribus planeta quidam conformis naturae simul oritur vel occidit, aut alioquin, memorabilis constellatio accesserit, haud dubie notabilem quandam aeris efficiunt mutationem.“ Diesen generellen Bestimmungen schliessen sich dann noch mehrere Spezialregeln an, von welchen wir des Beispieles halber nur noch die citiren,

dass das Stationärwerden des Saturn in seinem Laufe den Eintritt von Kälte prognosticirt.

Darauf nun folgt in grösster Ausführlichkeit das meteorologische Tagebuch für das Kalenderjahr 1513. Während der ersten zwei Wochen desselben herrschte fortwährend eine warme Frühlingstemperatur, wohl deshalb, weil damals die beiden warmen Planeten Jupiter und Mars im Sternbilde der Fische mit einander in Conjunktion traten. Mit dem 16. Januar aber trat Kälte mit Schneefall ein, und der Wind Argestes 50) begann zu wehen; als Grund dieses Umsprunges gilt der Umstand, dass damals die kalten Gestirne Merkur und Saturn im Gedrittschein sich befanden. Noch mehr steigerten sich die erwähnten Erscheinungen, als am 9. Febr. die Sonne in's Zeichen der Fische trat und Saturn zugleich stationär wurde. Die strenge Kälte hielt bis zum 17. gleichen Monates an; da aber gleichzeitig die Venus sich ihrer Conjunktion mit Jupiter näherte, blieb die Luft ruhig, der Himmel heiter. „Jovis namque et Veneris astra mirum in modum placidae et tranquillae sunt complexionis, usque adeo ut haec sidera sese invicem complexa, summam aeris efficient temperiem" 51). Die Conjunktion selbst fiel auf den 17. Mittags, und mit ihr fiel heftiger Nebel ein. Vom 19. — 21. Februar war Schneefall, am 23. hellte es sich auf, „quia sol quasi per 1. gradum recesserat a trino Saturni." Am 1. März wehte der Wind aus Osten, woran die Vereinigung von Sonne und Merkur Schuld war. Bis hierher hat unseren Astrologen das kühne Selbstvertrauen keinen Augenblick verlassen; dagegen ist er unschlüssig, wie er sich des am 3. März bei milder Lufttemperatur eingetretene Schneien erklären soll; „puto enim in causa fuisse orbium Veneris et Martis mutuam conmixtionen (?), aut fortassis etiam, quia triduum tunc fuit interlunii" 52). Die vom 7. — 15. März anhaltende Heiterkeit der Atmosphäre ist darauf zurückzuführen, dass Venus in den Stier trat. Da dann der nämliche Planet bald darauf in Opposition zu Saturn gelangte, umzog sich der Himmel wieder. Erst der 21. März, auf dessen Mittagszeit der Vollmond fiel, brachte wieder einen Umschwung zu kalter und stürmischer Witterung. Heftige Regengüsse begleiteten die Conjunktion von Sonne und Jupiter am 28. März; der folgende Tag aber wurde aus mehrfachen Gründen ein sehr rauher und unfreundlicher, einmal nämlich „propter vespertinum exortum Aristae" und zweitens weil zugleich eine „configuratio

cunctorum ferme planetarum ad lunam" statthatte. Die im Intervall vom 1. — 5. April vor sich gehenden Eintritte mehrerer Wandelsterne in andere Bilder haben auf den Witterungszustand nicht merklich eingewirkt, was den Autor zu befremden scheint. Um so mehr that der 16. April seine Schuldigkeit: „Die 16. Aprilis fuit conjunctio Mercurii et Jovis, Favonio vehementer flante, mediocre gelu apparebat. Haec igitur conjunctio apertionem fecit portarum ventis, hoc etiam frigus, diametra solis ad Saturnum applicatio, non parum auxisse videtur, aeris etiam fuit obscuritas, coelo nubibus obducto, vespere imber exiguus" 53). Der folgende Tag brachte Hagel und Schnee; sehr begreiflich sowohl aus der bereits genannten Ursache, als auch noch besonders deshalb, weil die beiden kalten Sterne Merkur und Saturn damals gerade in Opposition traten. Durch besondere Kälte zeichnete sich der 23. aus, der Wind blies aus Norden und am Morgen regnete es; zum combinirten Eintritt all' dieser Erscheinungen mag wesentlich der gemeinschaftliche Aufgang des Tagesgestirnes mit den Plejaden beigetragen haben. Nun aber erhebt sich wiederum ein Dilemma, wie nämlich das stürmische und regnerische Wetter vom 28. und 29. April gedeutet werden soll, und hier tritt denn die Geschraubtheit und Spitzfindigkeit dieses Hypothesengespinnstes recht eklatant zu Tage: „Fortassis haec aeris mutatio ideo facta fuit, quia Venus pervenerat ad cuspidem septimae domus, quae in gradu 2. Cancri extitit, hac annua mundi revolutione, ad horizontem et meridianum Norimbergensem" 54). Diess ist so ziemlich das einzige Mal, wo spezifisch astrologische Begriffe mit zur Erklärung herangezogen werden, denn die Eintheilung des Firmamentes in „Häuser" diente speziell den Zwecken der von *Werner* sonst gar nicht gepflegten „ars judiciaria." Am 6. Mai ward das erste Gewitter in diesem Jahre beobachtet; es erklärt sich durch den Trigonal-Aspekt von Venus und Saturn. Sehr erfreulich ist die jeder astrologischen Ausschmückung baare Notiz vom 9. Mai: Es zogen Wolken auf, und ein mässiger Nordwind wehte. Ganz ähnlich werden die Regentage 11. und 12. Mai geschildert. Am 21. Mai tritt Mars, Tags darauf Merkur in das Zeichen des Krebses; dem entspricht freundliches, warmes Wetter, sowie beide Himmelskörper jedoch den zweiten Grad dieses Zeichens überschritten haben, ereignen sich starke Gewitterregen. Am 6. Juni bringt der Südostwind wiederum Regen; zugleich stehen Venus und Sa-

turn im Geviertschein. Nunmehr gelangt auch die Sonne an jene ominöse Grenze im Krebs, und die geschilderten Folgen dieses Ereignisses wiederholen sich in noch energischerer Weise. Der ganze Juni stellt sich überhaupt als Regenmond heraus, nicht minder die erste Julihälfte, obwohl es während der Tage zuweilen sehr heiss wurde. Für jene erste Thatsache wird eine Menge der verschiedensten Gründe in's Treffen geführt, während die zeitweilige Hitze ausreichend durch die in das heisse Zeichen des Löwen fallende Conjunktion von Sonne und Mars sich erklärt. Sehr künstlich ist weiterhin die causale Erklärung des Regenwetters zu Ende Juli: „Die 30. et 31. Julii et prima Augusti, hoc triduo continue pluit, arbitror in causa fuisse ingressum Mercurii, in signum Leonis, et ortum matutinum Aquilae, et quia oriente Aquila, factum fuit interlunium“ 55). Während sonst nur diejenigen Stellungen in Betracht zu kommen pflegen, bei welchen die Gesichtsradien einen Winkel von mindestens 90° mit einander einschliessen, soll an dem plötzlichen Eintritt kalter Witterung vom 22. August plötzlich der Winkel von 60° die Schuld tragen, welchen die Verbindungslinien von Saturn und Sonne mit der Erde an dieser letzteren bilden. Einer Cumulirung von regenbildenden Umständen begegnen wir wieder am 1. September; es war nämlich Tags zuvor eine Conjunktion von Sonne und Mond beobachtet worden, und zugleich gieng Venus mit dem Sirius gleichzeitig auf. Aehnliche Einflüsse bewirkten vermuthlich die Regengüsse vom 8. und 9. September. Die zweite Abtheilung dieses Monates sowie die erste Dekade des nächstfolgenden zeichnete sich durch anhaltend gleichmässige Heiterkeit aus, „quoniam hoc dierum intervallo nulla pene notabilis accidit constellatio, quae aliquam aeris efficere potuisset mutationem, praeterquam die 1. Octobris, quo matutino exortu Mercurii cum chelis, biduo coelum rubescebat cum pluviarum significatu, nulla cadente pluvia“ 56). Durch diese Worte zieht sich offenkundig ein gewisses Bestreben, die anscheinend versagende Theorie zu retten; das betreffende Phänomen hatte doch wenigstens eine Abend- oder Morgenröthe provocirt, wenn auch seine regenbildende Kraft sich als nicht bedeutend genug erwiesen hatte. Aehnlich geht es am 30. Oktober; obwohl in der Conjunktion von Sonne und Saturn einer-, in der Opposition von Jupiter und Merkur andererseits zwei gewichtige Anstösse für meteorische Umwälzungen oder in *Werner's* Sprache

„portarum apertiones“ gegeben sind, bleibt doch Alles im alten Geleise. An diesem ganz unerwarteten Ereignisse leidet, wie er selbst eingesteht, seine ganze Doktrin empfindlich Schiffbruch, und es bleibt ihm nur der Ausweg, anzunehmen, dass jede der beiden Constellationen die Wirkung der anderen neutralisirt habe. Von nun ab beginnt sich der Winter einzustellen; die den einzelnen Tagen beigefügten Notizen bieten nichts besonders Originelles. Abermals vernünftig und sachlich gehalten ist das Bulletin des 26. November: „eodem die, tenuis quaedam pluvia, ad instar roris spargebatur, pari roratione nocte sequenti fere tota pluebat, modice stillantibus tectis“ 57). Tags darauf bricht sich die Kälte, weil Merkur nunmehr im Schützen steht, und es besteht über eine Woche lang „summa aeris tranquillitas et temperies“, aber vom 8., 9. und 10. December wird es bei leichtem Ostwind wieder sehr kalt, so dass *Werner* wieder an eine „apertio valvarum“ denkt, bedingt durch die Annäherung des Mondes an Mars, der Venus an Saturn. Am letztgenannten Tage steigt die Temperatur plötzlich unter dem wahrscheinlichen Einfluss einer Conjunktion von Venus und Saturn. Dann tritt Merkur in den Steinbock, und es tritt heftiger Nordost, verbunden mit Schneefall, ein. Am allercomplicirtesten aber drängen sich die Verhältnisse um Weihnachten zusammen. „Die 23. nebula et frigus intensum, Luna tunc jungebatur Veneri, ad eam defluens. Et Venere occidente dexter humerus Orionis occidit. Hydrus denique mane occidit. Et humerus dexter Orionis oritur vesperi, in defluxione Martis ad Saturnum, dum distiterat per gradus fere duos, aer factus est serenior atque temperatior, insuper gelu quod ante hac satis erat magna, fuit remissum“ 58). Sowie sich Mars und Saturn wieder von einander trennen, wird es sofort wieder schön.

Ungleich fragmentarischer werden dann noch einige andere Jahrgänge abgehandelt; aus ihnen gelangen, wie es scheint, nur diejenigen Thatsachen zur Mittheilung, welche zur Erweckung allgemeineren Interesses geeignet sind. So wird uns zunächst von dem überaus harten Winter 1513/14 berichtet, in welchem sämmtliche Flüsse Deutschlands mit dichter Eisrinde sich bedeckten, so dass z. B. in Nürnberg die Mühlen zur Einstellung ihrer Thätigkeit sich gezwungen sahen. Gelegentlich dieses furchtbaren Naturereignisses werden noch manche andere kulturgeschichtlich beachtenswerthe Anekdoten erzählt; so sollen damals Rhein und Donau

mit schweren Lastwagen befahren worden sein. Für den Hagelschlag am 20. März 1514 wird eine plausible Erklärungsursache in dem „sextilis“ von Merkur und Mars gesucht, der bislang für andere Erscheinungen hatte herhalten müssen. Alsdann wendet sich unsere Schrift zum Jahre 1516, welches zu einem nach Ansicht des Verfassers sehr wichtigen Ergebnisse führt. „Multiplicibus experimentis in dies didici super aeris mutatione Saturnum summam habere potestatem, in generali aeris dispositione“ 59). Eine ähnlich folgenschwere Entdeckung gelingt ihm ein Jahr darauf; es stellt sich nämlich heraus, dass unter allen Umständen feuchtes, regnerisches Wetter zu erwarten ist, wenn zwei obere Planeten mit Merkur gleichzeitig in ein und demselben Thierkreiszeichen sich aufhalten. Dieses Jahr 1517 war ein „berühmtes“ Weinjahr, berühmt nämlich wegen der enormen Theuerung dieses Artikels. Die Schuld hieran wird dem Saturn aufgebürdet, welcher noch dazu gerade in der kritischen Zeit, am 19. September, mit dem Merkur in Geviertschein trat. Der April 1518 gilt als Beleg dafür, dass als eine der Hauptbedingungen grosser Hitze der Trigonalschein von Saturn und Jupiter zu gelten habe. „Ergo tanto majorem efficiunt calorem, quanto fuerint motu tardiores“ 60). Wir müssen darauf verzichten, auch noch andere dieser allgemeinen Regeln hier wiederzugeben, da neue Gesichtspunkte aus denselben kaum zu gewinnen sind. Nur bei einer derselben wollen wir noch einen Augenblick verweilen, weil uns dieselbe nicht wie sonst durchweg blos als Erfahrungsthatsache vorgelegt, sondern mit einer Art von physikalischer Begründung versehen wird. Wie schon gesagt, sollen sich die Einflüsse der Planeten am Lebhaftesten während ihrer scheinbaren Stillstände manifestiren. „Nam quando stationarii sunt, eorum opus figitur, atque in summo stat vigore, propter tardissimum eorum motum. Iccirco eorundem planetarum opus, cum stationarii sunt humanis sensibus, quantum ad quatuor attinet qualitates, manifestius patescit. Veluti si quis carbonem cadentem levi velocique contactu per digitum tangit ignitus ejus calor, parum admodum sentitus. Ubi autem carbonem ad contactum digiti fixeris, igneus ille ardor candentis carbonis quam maxime manifestatur.“ Hierin spricht sich, wenn man den Autorworten eine moderne Einkleidung zu geben berechtigt ist, eine ganz richtige Vorahnung des Hauptsatzes unserer neueren Physik aus. Jene Wärmequantität,

welche während der Bewegung dazu verwandt wird, diese zu erhalten, resp. in potentielle Energie sich umzusetzen, wird während der Ruhe frei und tritt nun als strahlende Wärme hervor.

Der Schluss des Schriftchens bringt eine Philippika gegen diejenigen Astrologen, welche Voraussagungen über kommende Ernten in die Welt senden, ohne doch der astrophysikalischen Umstände, deren Zusammenwirkung hier in Frage kommt, sich überhaupt bewusst zu werden. Die Abhandlung schliesst mit folgenden Worten: „Iste siderum effectus sub coelo Norimbergensi ita se habet. Fortassis sub Romano climate, quo major est Solis aerisque clementia et benignitas, alius erit annonae sub ejusdem constellationibus proventus."

§ 18. Soweit *Werner*. Wir glaubten uns gerade mit seinem meteorologischen Versuch eingehend beschäftigen zu sollen, da derselbe der gelehrten Welt von heute so gut wie ganz unbekannt und zudem ein höchst interessantes Charakteristikum damaliger Zeiten und Zustände ist. Wer freilich befangen von dem Eindrucke, den der gewaltige Fortschritt der geographischen Meteorologie unserer Tage auf jedwedes Gemüth macht und machen muss, über *Werner*'s redliche Bemühungen ein Urtheil fällen wollte, der würde kaum in der Lage sein, denselben volle Gerechtigkeit angedeihen zu lassen. Wer diess thun will, der hat sich vor allem Anderen gegenwärtig zu halten, dass eben die unumgänglichen Vorbedingungen für eine rationelle Beschreibung und Deutung von Naturerscheinungen erst einer weit späteren Zeit ihr Dasein verdanken, dass aber der Nürnberger Mathematiker dieses Ideal wenigstens im Auge hatte und mit den beschränkten Hülfsmitteln, die ihm die Umstände boten, kräftig an der Realisirung desselben zu arbeiten trachtete. Wir werden dann am ehesten den richtigen Standpunkt unbefangener Beurtheilung gewinnen, wenn wir *Werner*'s Beobachtungssammlungen mit historisch merkwürdigen Dokumenten von verwandter Tendenz vergleichen.

Aus dem Ende desjenigen Jahrhunderts, dessen Anfangsjahre *Werner*'s Studien-Objekt bildeten, liegt uns ein nach denselben Grundsätzen geführtes Tagebuch eines wohlverdienten Mannes vor. Der ebensowohl durch seine Entdeckungen am Sternhimmel als durch sein tragisches Lebensende berühmt gewordene Ostfriese *David Fabricius*, welchem *Kepler*'s Briefwechsel mehr denn einmal ein ehrendes Zeugniss ausstellt, hat dasselbe hinterlassen, und

Olbers hat einzelne Fragmente desselben der Oeffentlichkeit übergeben 62). Der Titel dieser Registrande ist folgender 63): „Calendarium historicum earum rerum, quae ministerii mei tempore in Europae orbe hinc inde contigerunt. Nam praeteritorum, quorum calendaria multa et varia reperiuntur, hic nulla mentio fit a me Davide Fabricio pastore vesterhavensi collectum anno domini 1590 et sequ." Auf Seite 11 des Buches finden sich „Observationes aliquot meteorologicae D. F. ab experientia sumptae"; in richtiger Würdigung der wahren Beschaffenheit dieser seiner Bemerkungen hat derselbe dann aber das Wort „meteorologicae" ausgestrichen und durch „astrologicae" ersetzt. Solcher letzteren kommen dann noch ziemlich viele vor, obwohl dazwischen auch phänologische Nachrichten über Vogelflug u. dgl. mit eingestreut werden. Dass *Fabricius* von denselben Prämissen ausgieng, wie sein süddeutscher Vorgänger, erhellt besonders deutlich aus einem Vermerk des Jahres 1593; es wehte starker Ostwind: „non dubium est ♄ hujus venti orientalis frigoris auctorem esse." Auch darin stimmen beide Asronomen überein, dass sie, sehr im Gegensatz zu den meteorologischen Dilettanten der Gegenwart, verhältnissmässig nur wenig Rücksicht auf den Mond nehmen zu müssen glauben. In wissenschaftlicher Hinsicht hat somit ein Zeitraum von 80 Jahren keinen erheblichen Fortschritt gebracht; in systematischer Beziehung steht *Werner* eher über als unter *Fabricius*.

Beiden Momenten wird in hohem Grade gerecht das unlängst erst zur Publikation gelangte Beobachtungsjournal des Vaters der neueren Beobachtungskunst, *Tycho Brahe's* 64). Fünfzehn volle Jahre hindurch hat der Meister den Witterungszustand jedes einzelnen Tages klar und bestimmt aufgezeichnet resp. aufzeichnen lassen, und zwar ohne Rücksicht auf den zufälligen Stand der Gestirne. Um das Wesen des durch ihn erzielten Fortschrittes Jedermann klar vor Augen zu stellen, führen wir für einige Tage die Résumé's wörtlich hier an, und zwar wählen wir den April 1590 aus dem Grunde, weil in diesem Monate zufällig der dänische Text kurze Zeit durch Notizen in deutscher und lateinischer Sprache verdrängt wird 65)*).

---

*) Nach des Herausgebers *Friis* Ansicht (a. a. O.) war der Schreiber dieses interpolirten Abschnittes der aus Deutschland gebürtige Gehilfe *Goldschmidt (Aurifaber)*.

„23. Vor Mittag Nordenwindt, stille, Nach Mittag ostenwindt, stille und zimblich klar.

24. Vor Mittag zimblich klar. Sonnenscheinig, stille Wetter warm, aber mit gnuglichem kaltwehenden Sudenwinde. Im Osten und westen beym horizonte etwas wolkafftich im osten mehr als im westen. Pomeridiano tempore eadem temperies excepto quod circa Horizontem non erant nubeculae.

25. Sonnenscheinig, ziemblich warm, mit unterwehendem slaffen kalten sudost winde.

26. Sonnenscheinig, nordostwind, etwas schrae oder kalt, etwas stark, das er die Schiffe mit vollen Segeln forttrieb. Der himel hie und dort mit etlichen klaren und auch mit schwartzen wolken untermenget."

Man wird zugeben, dass vor der Erfindung eigentlich meteorologischer Instrumente ein Beobachtungsrapport nicht wohl bestimmter und exakter geführt werden konnte. *La Cour* vermochte sämmtliche meteorische Elemente aus diesen Daten gesondert auszuziehen; es war ihm möglich, den Verlauf derselben durch Curven auszudrücken und der Umsicht *Tycho*'s dadurch das ehrendste Zeugniss auszustellen, dass er, gestützt auf jenes Tagebuch, die wissenschaftlich erhärtete Behauptung aufzustellen wagen durfte 66), „que l'état général de l'atmosphère, rapporté au même calendrier, était le même il y a près de 300 ans que de nos jours."

Solch' nutzbares Material für die moderne Wissenschaft steckt nun freilich in unseres *Werner* kleiner Schrift keineswegs. Und doch müssen wir uns sagen, dass auch sie ihren Beitrag redlich geleistet hat, denn sicherlich ist die Frage gerechtfertigt: Würde *Brahe*'s kühl empirisches Vorgehen möglich gewesen sein, wenn nicht vorher die Utopie einer rationellen Astrometeorologie endgültig abgehaust hatte, und konnte diess letztere geschehen, ohne dass dieselbe bewusst und consequent auf die höchste erreichbare Spitze getrieben worden war? Allein unseres Helden Verdienst ist nicht blos ein negatives. Kein anderer als er hat zuerst die Witterungsvorgänge längerer Zeiträume planmässig zu einem Ganzen zusammengestellt und dadurch eine fruchtbringende, wenn auch erst von dem grossen Dänen richtig erfasste, Anregung für die Folgezeit gegeben, er hat die ersten wenn auch noch schwachen Versuche zu einer physikalischen Auffassung der meteorischen

Phänomene gewagt*), und aus seinen Schlussworten leuchtet eine inhaltsvolle Idee, die einer die geographische Lage in Betracht ziehenden vergleichenden Witterungskunde, hervor. Und deshalb hatten wir wohl allen Grund, von erheblichen Leistungen *Johann Werner's* nicht allein auf dem Gebiete der mathematischen, sondern auch auf demjenigen der physischen Geographie zu sprechen.

---

1) *Doppelmayr,* Historische Nachricht von den Nürnberger Mathematicis und Künstlern, Nürnberg 1730.

2) Ibid. S. 31 ff.

3) Ibid. S. 31.

4) Libellus *Joannis Verneri Nurembergensis* super viginti duobus elementis conicis. Ejusdem commentarius, seu paraphrastica enarratio in undecim modos conficiendi ejus problematis, quod cubi duplicatio dicitur. Ejusdem commentatio in Dionysodori problema, quo data sphaera sub data secatur ratione. Alius modus idem problema conficiendi, ab eodem Joanne Vernero novissime compertus, demonstratusque. Ejusdem summaria enarratio Theoricae motus octavae sphaerae, Norimbergae 1522.

5) *Kirchhoff,* Beiträge zur Geschichte des Buchhandels, 1. Bändchen, Leipzig 1851. S. 62 ff.

6) *Schepps,* Zwei Maihinger Handschriften, Dinkelsbühl 1878. S. 18.

7) *Chasles,* Geschichte der Geomtrie, hauptsächlich mit Rücksicht auf die neueren Forschungen, deutsch von *Sohncke,* Halle 1839. S. 628.

8) Ibid. S. 629.

9) *Jacoli,* Intorno alla determinazione di Domenico Maria Novara dell' obliquità dell' eclittica, Roma 1877.

10) Ibid. S. 14 ff.

---

*) Wir dürfen hier wohl auch an die in § 2 citirten Betrachtungen erinnern, welche *Werner* über die Insolationsverhältnisse unter verschiedenen Breitegraden und bei verschiedenem Charakter der Oberflächengestaltung angestellt hat.

11) *Karsten,* Allgemeine Encyklopädie der Physik, 1. Band, Leipzig 1869. S. 733 ff.

12) *Cantor,* Recension zu *Ziegler, „Regiomontan,* ein geistiger Vorläufer des Columbus", Zeitschr. f. Math. u. Phys., Literaturzeit. 19. Jahrg. S. 50.

13) *v. Prantl,* Geschichte der Ludwigs-Maximiliansuniversität in Ingolstadt, Landshut, München, 1. Band, München 1872. S. 24.

14) *Kästner,* Geschichte der Mathematik, 1. Band, Göttingen 1796. S. 526.

15) *Peschel-Ruge,* Geschichte der Erdkunde bis auf *Alexander von Humboldt* und *Carl Ritter,* München 1877. S. 401.

16) Ibid. S. 403.

17) *Regiomontanus,* De cometae magnitudine longitudineque ac de loco ejus vero problemata XVI, ed. *Schoner,* Norimbergae 1531.

18) *Peschel-Ruge,* S. 387.

19) *Weyer,* Vorlesungen über die nautische Astronomie, Kiel 1871. S. 128 ff.

20) *Schwarz,* Ueber die Reduktion der Monddistanzen, Dorpat 1865.

21) *Stanley of Alderley,* The first voyage round the world by Magellan, London 1874. S. 169.

22) Ibid. S. 21.

23) *Peschel-Ruge,* S. 208.

24) *Ulrich,* Die perspektivischen Kartenprojektionen, deskriptiv behandelt, Breslau 1878. S. 7.

25) *Wolf,* Handbuch der Mathematik, Physik, Geodaesie und Astronomie, 1. Band, Zürich 1869. S. 153.

26) *Gretschel,* Lehrbuch der Kartenprojektion, enthaltend eine Anweisung zur Zeichnung der Netze für die verschiedensten Arten von Land- und Himmelskarten, Weimar 1873. S. 158.

27) Ibid. S. 162 ff.

28) Ibid. S. 188 ff.

29) *Peschel-Ruge,* S. 410 ff.

30) *D'Avézac,* Coup d'oeil historique sur la projection des cartes de géographie, Bulletin de la société de géographie, VI. Sér. Tome V., S. 302 ff.

31) Ibid. S. 305 ff.

32) *Bretschneider,* Die Geometrie und die Geometer vor *Euclides,* Leipzig 1870. S. 131.

33) *Arneth,* Geschichte der reinen Mathematik, Stuttgart 1854. S. 155.

34) *Johann Widmann* von Eger, Behend und hübsch Rechnung auf allen Kaufmannschaften, Hagenau 1489.

35) *Wolf,* Handbuch etc., 1. Band, Zürich 1869. S. 222.

36) *Apianus,* Folium populi. Instrumentum jam recens inventum, et in figuram folii populi redactum per radios solis toto orbe horas communes ostendit, ex quibus horae ab ortu et occasu solis, deinde etiam horae Judeorum, quae in sacrarum literarum lectione per utrumque Testamentum cognitu admodum sunt necessariae, deprehendi facillime possunt, Ohne Druckort 1533.

37) *Peschel,* Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde, Leipzig 1878. S. 142.

38) *Wolf, Conrad Gyger;* Ein Beitrag zur Züricher Kulturgeschichte, Bern 1846.

39) *Günther,* Der Einfluss der Himmelskörper auf Witterungsverhältnisse, Nürnberg 1876. S. 1 ff.

40) *Ideler,* Historische Untersuchungen über die astronomischen Beobachtungen der Alten, Berlin 1806. S. 209 ff.

41) Ibid. S. 213.

42) *Billwiller,* Ueber die Astrologie, Basel 1878. S. 13.

43) Diese Studien, S. 218.

44) Geschichte der Astronomie von den ältesten bis auf gegenwärtige Zeiten, 1. Band, Chemnitz 1792. S. 125 ff.

45) Canones sicut brevissimi, ita etiam doctissimi, complectentes praecepta et observationes de mutatione aurae clarissimi mathematici *Joannis Verneri,* Norimbergae 1546 *).

46) Ibid. S. 4.

47) *Günther,* Grundlehren der mathematischen Geographie und elementaren Astronomie, München 1878. S. 36.

48) *Förster, Johannes Kepler* und die Harmonie der Sphären, Berlin 1862. S. 37, *Günther,* Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften, Leipzig 1876. S. 32 ff.

49) *Werner,* S. 7.

50) Diese Studien, S. 224 ff.

---

*) Künftig kurz: *Werner.*

51) *Werner,* S. 10.

52) Ibid. S. 11.

53) Ibid. S. 13.

54) Ibid. S. 14.

55) Ibid. S. 18.

56) Ibid. S. 20.

57) Ibid. S. 23.

58) Ibid. S. 24 ff.

59) Ibid. S. 27.

60) Ibid. S. 31.

61) Ibid. S. 36.

62) *Olbers,* Materialien zu einer Lebensbeschreibung der beiden Astronomen *David* und *Johann Fabricius,* Astron. Nachr. N. 729, S. 129 ff.

63) Ibid. S. 133.

64) *Tyge Brahes Meteorologiske Dagbog,* holdt paa Uraniborg for aarene 1582 — 1597. Udgiven som appendix til collectanea meteorologica af det kgl. Danske videnskabernes selskab, Kjœbenhavn 1876.

65) Ibid. S. 145 ff.

66) *La Cour,* Résumé d'un journal météorologique tenu à Uraniborg (ile de Hveen) par le célèbre astronome *Tycho Brahe* pendant la période 1582 — 1597, Extrait du bulletin de l'acad. royale d. sc. et de l. de Copenhague pour l'année 1876, N. 3. S. 70.

Namen-Index.

Alantsee 279.
Alphons (von Castilien) 284.
Amirucius 305. 306. 308. 309. 313. 314.
Apian (Peter) 280. 315.
Apian (Philipp) 315.
Aquilonius 305.
Arzachel 303.

Babinet 303.
Bernhard de Sylva 303.
Bessarion 280. 313.
Biering 279.
Billwiller 317.
Bouguer 292.
Bousquet 279.
Bretschneider 309.

Cantor 287.
Chasles 279. 280.

D'Avézac 303.
De la Hire 279.
Desargues 279.
Domenico Maria 283.
Doppelmayr 277. 278. 279. 306.
Douwes 285.

Eratosthenes 282—286. 298.
Eschvid 219.
Euclides 282.

Fabricius 325. 326.
Flosser 318.
Friis 326.

Galenus 318.
Goldschmidt 326.
Gretschel 298. 301. 302.
Gyger 315.

Hansen 292.
Heilbronner 280.
Hippocrates 318.

Jacoli 283.
Ideler 316.

Kepler 319. 325.
Kirchhoff 279.

Lacaille 291.
La Cour 327.
Legendre 282.

Manilius 287.
Marinus 281. 293. 294. 295. 297.
Maskelyne 291.
Mathaeus (Cardinal) 305.
Mayer 292.
Mercator 302.
Messalah 303.
Meton 316.
Mollweide 303.
Münster 280.

Niebuhr 291.

Olbers 326.

Pascal 279.
Peurbach 283. 288.
Peschel 289. 302. 315.
Pigafetta 292.
Pirkheimer 299.
Plinius 286. 287.
v. Prantl 287.
Ptolemaeus 280. 281. 282. 287. 291. 292. 297. 298. 303. 309. 317.

Regiomontanus 277. 283. 284. 285. 287. 288. 289. 310. 315.
Reimer 279.

Sanson 301.
Schepss 279.
Schoner 277. 318.
Schwarz 292.
Stabius 302. 303. 306.
Stanley 292.
Stoeffler 303.
Strabo 281.
Synesius 303.

Teubner 279.
Tycho (Brahe) 326. 327.

Ulmer 280.

Walther 277.
Werner 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 299. 301. 303. 305. 306. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 317. 318. 319. 321. 322. 323. 325. 326. 327. 328.
Weyer 286. 291.
Widmann 309.
Wolf 298. 312. 315.

Halle, Druck von E. Karras.

Geschichte

der

loxodromischen Curve

von

Dr. Siegm. Günther,

Kgl. bayr. Gymnasialprofessor, Mitglied der Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher
corr. M. d. kgl. Gesellschaft zu Prag und der Akademie zu Padua.

Halle a/S.

Verlag von Louis Nebert.

1879.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

Vorwort.

Indem der Verfasser das vorliegende sechste Heft seiner „Studien zur Geschichte der mathematischen und physikalischen Geographie“ der Oeffentlichkeit übergiebt, beendet er gleichzeitig das ganze Unternehmen. Obwohl von Anfang an nur auf sechs Lieferungen angelegt, sollte dasselbe gleichwohl dem ursprünglich gefassten Plane gemäss mit denselben nicht definitiv abgebrochen werden, vielmehr lagen in jener Zeit die Verhältnisse so, dass der Verf. hoffen durfte, der ersten Serie eine zweite folgen lassen zu können und hiebei nicht gänzlich auf seine eigene Kraft sich angewiesen zu sehen. Da sich die Sachlage jedoch seitdem gänzlich verändert hat, muss es bei dem völligen Abschlusse sein Bewenden haben. Der in diesem Schlussheft behandelte Stoff eignet sich gewiss gerade für diesen Zweck besonders gut, insofern er selbst nach allen Seiten hin in einem Grade verarbeitet ist, wie es verhältnissmässig nur bei sehr wenigen Materien zumal auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Erdkunde der Fall sein wird.

Berlin, im Februar 1879.

Dr. **Siegm. Günther.**

Geschichte der loxodromischen Curve.

§ 1. Diejenige doppelt gekrümmte Curve, welche wir mit dem Namen der loxodromischen bezeichnen, und welche mathematisch dadurch bestimmt ist, dass sie sämmtliche Meridianlinien irgend eines Umdrehungskörpers unter einem constanten Winkel durchschneidet, darf mehr denn irgend ein anderer dem mathematisch-geographischen Grenzgebiete angehöriger Gegenstand dem Besitzstande der letztgenannten Wissenschaft zugerechnet werden. Ist doch deren Kenntniss recht eigentlich einer der Grundpfeiler, auf welchen der theoretische Theil der Nautik beruht, insoferne die Schifffahrt auf dem grössten Kreise oder aber nach gleichbleibendem Compassstrich von jeher einen Hauptbestandtheil der Steuermannskunde bildete, und wäre doch andererseits ohne diese wichtigste Unterstützung des Seefahrenden unser Wissen von fremden Zonen dazu verurtheilt, Stückwerk zu bleiben. Man wird demgemäss unsere Absicht, die Geschichte dieser merkwürdigen Linie bis in die ältesten Zeiten ihres Auftretens hinauf- und bis zu den allerneuesten Stadien ihrer Erforschung herab zu verfolgen, als eine berechtigte und mit dem Grundplan dieses Unternehmens harmonirende anerkennen müssen.

Dass die Idee, eine solche Linie an der Oberfläche der Erde durch den Schiffskiel beschreiben zu lassen — eine Idee, ohne deren vorherige Conception zu einer Behandlung der Frage unter rein-mathematischen Gesichtspunkten jedweder Anlass fehlen musste — nicht vor der Entdeckung der magnetischen Richtkraft Wurzel schlagen konnte, versteht sich von selbst. Dem Alterthum fehlte, wie der grösste Kenner einschlägiger Dinge versichert 1); jede Kenntniss einer so wichtigen Thatsache, deren geschichtlich erste

Erwähnung man bei chinesischen Schriftstellern findet. Wie uns *Martin* (a. a. O.) erzählt, wollen allerdings mehrere Autoren der letzten drei Jahrhunderte die Boussole bei den Phöniziern, Aegyptern, Karthagern und Juden nachweisen, so *Pineda, Herwart von Hohenburg, Cooke, Strutt* und *Pouchet*, allein nirgendwo vermögen sich dieselben auf authentische Quellenbelege zu stützen.*) Vielmehr kann es als erwiesen gelten, dass die Entdeckung der nordweisenden Eigenschaft einer frei schwebenden Magnetnadel eine der wenigen, aber desto ruhmreicheren, Entdeckungen ist, welche das abendländische Mittelalter aufzuweisen hat. Es darf 3) als ausgemacht gelten, dass an eine Uebertragung aus dem Orient nicht zu denken ist, dass vielmehr bei *Neckam* und *Guiot de Provins* des neuen wichtigen Instrumentes erstmalig Erwähnung gethan wird. Bei *Raymundus Lullus* wird die Lehre von demselben bereits der Naturlehre als ein nicht zur Nautik als solcher gehöriges Object überwiesen 4). Unter allen Umständen steht es fest, dass gegen die Wende des dreizehnten Jahrhunderts der Schiffscompass in einer der modernen sehr ähnlichen Form den Bewohnern der spanischen und italischen Mittelmeerküsten diente; weiter auf diese Vorfrage einzugehen ist an diesem Orte nicht unsere Aufgabe, vielmehr weisen wir zu dem Ende auf die bezüglichen Spezialschriften, z. B. diejenige von *Ausserer* 5), hin.

---

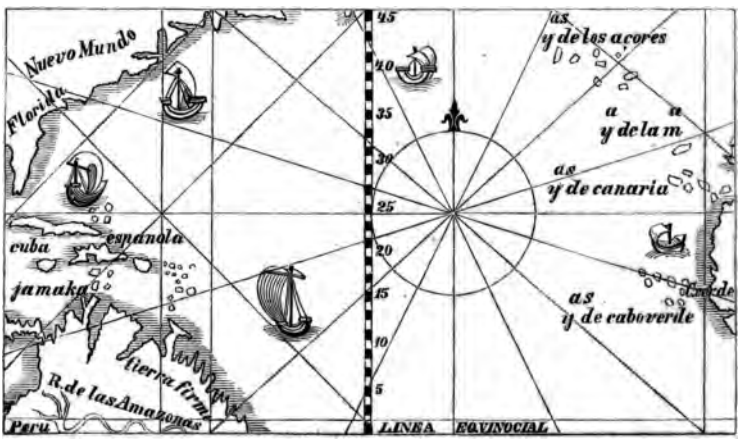
*) Zu den genannten Gelehrten ist auch besonders *Levinus Lemnius* zu rechnen, dessen von *Martin* nicht gedacht wird, dessen Namen wir vielmehr einer Notiz von *Kordenbusch* 2) entnehmen. Derselbe bringt noch manche andere weniger bekannte Nachricht in dieser Hinsicht bei, so u. a.: „*Philander* hingegen in Comment. ad Vitruvium Lib. X, Cap. 14, *Pancirollus* und *Kekermann* versichern einhellig. der wahre erste Erfinder des Compasses seie *Flavius*, aus Amalphis in Champanien gebürtig, gewesen. *Alexander Sardus* lässet ihn als einen Bootsmann aus Melphi gebohren sein, welches in dem Königreich Neapolis lieget. Andere glauben wiederum, die Neapolitaner hätten den Gebrauch des Seecompasses auf ihren Schiffen von *Joh. Goa* gelernet, welches ungefähr in dem Jahr 1309 geschehen seie. Jedoch noch lange vor diesen Jahr wollen einige Geschichtschreiber behaupten, *M. Paul Venetus* wäre in dem Jahr 1260 nach China gereiset, und dieser Italiäner hätte auf eben dieser Reise, nicht nur den Compass gebrauchet, sondern auch seinen Landsleuten den Gebrauch desselbigen zur See erkläret.“ Dieser Ansicht, dass der uns unter dem Namen *Marco Polo* bekanntere Venetianer das den Chinesen geläufige Orientirungsmittel nach dem Westen verpflanzt habe, huldigte nach *Kordenbusch* auch der Tübinger Mathematiker *Kraft*.

§ 2. Unmittelbar nachdem der Azimuthalkompass dem Seewesen jener Zeit einverleibt war, begannen sich die Praktiker seiner zu bedienen, um nach Loxodromieen zu segeln. Freilich wohnte ihnen noch keine Ahnung davon inne, dass diese letzteren ganz eigenartige geometrische Gebilde seien; ihnen galten dieselben als einfache gerade Linien, und da die Reiserouten des Zeitalters aus dem engen Kreise des mittelländischen Meeres nicht heraustraten, sich also auch nur auf einen verhältnissmässig sehr kleinen Theil der gekrümmten Erdoberfläche erstreckten, so trat der begangene Fehler nicht übermässig hervor. Eigene, freilich noch rohe und nicht gerade nach wissenschaftlichen Grundsätzen eingerichtete, Seekarten sollten dazu dienen, sich möglichst in gerader Richtung dem erwählten Reiseziele nähern zu können. Nach *Alexander von Humboldt*, in dessen bezüglicher Angabe 6) übrigens ein sehr sonderbarer Schreib- oder Druckfehler zu verbessern ist, reicht der Gebrauch solcher Plattkarten mindestens bis zum Schlusse des dreizehnten Jahrhunderts hinauf, wo sie als „Cartas del marear" 7) den Ostspaniern geläufig gewesen zu sein scheinen, so geläufig sogar, dass sie in ziemlich unverändertem Zustande — denn noch im Jahre 1508 werden bittere Klagen über deren Unzuverlässigkeit erhoben 8) — mehrere Jahrhunderte überdauern konnten. *Peschel* hat in dem trefflichen Abrisse, welchen er von der Entwickelung der mittelalterlichen Kartographie giebt, das Wesen dieser auf den Irrthum geradliniger Loxodromen begründeten „Composition" lichtvoll dargelegt 9): „So zeichnete der Seemann seine Küstenumrisse, nicht wie wir auf ein Netz, welches eine annähernde Uebertragung von Kugelflächen auf die Ebene erlaubt, sondern in eine Art von Spinngewebe, dessen Fäden in Compasssterne zusammenliefen. Auf einen dieser Sterne setzte dann der Pilot oder Steuermann seine Boussole, um zu ermitteln, welche Richtung er innehalten müsse, um von einem Hafen nach dem andern zu gelangen. Lief er dann auf das hohe Meer, so schätzte er den zurückgelegten Weg aus der Segelkraft des Windes mit einer Schärfe und Sicherheit, die uns wie ein halbes Wunder erscheint." Später verbreitet sich derselbe Schriftsteller mit gewohnter Umsicht über Art und Grösse der aus dem irrthümlichen loxodromischen Principe hervorgehenden Kartenmängel, indem er dabei eine dem fünfzehnten Jahrhundert entstammende Abbildung des schwarzen Meeres zu Grunde legt. Eine ganz

ähnlich lautende Beschreibung von dieser Art unvollkommener Seekarten giebt uns ein neuerer Schriftsteller, der Greifswalder Astronom *Röhl*, aus dessen Worten 11) man wohl nicht anders schliessen kann, als dass noch etwa vor hundert Jahren dergleichen dem handwerksmässigen Schiffer als einziges Hülfsmittel diente. Insbesondere spricht er auch von dem auf der Karte verzeichneten Seecompass, gegen dessen Mittelpunkt die einzelnen Curse convergirten. Selbst dann noch, als bereits, wie sich im zweitfolgenden Paragraphen zeigen wird, *Nunez* die wahre Theorie der loxodromischen Schifffahrt in ihren Grundzügen offenbart hatte, liess man nicht ab, die falschen Plattkarten beizubehalten und sogar dadurch, dass man oceanische Distanzen mit ihrer Hülfe zu messen suchte, neue Fehler den alten hinzuzufügen. So finden wir in einem spanischen Compendium der Nautik von 1556, welches offenkundig den Stempel officieller Abfassung an sich trägt, dieselbe unzureichende Compass-Weltkarte 12), wie in einem verwandten aber elf Jahre früher erschienenen Werke 13)*) — ein Anachronismus, der sich wohl nur durch die Annahme erklären lässt, dass bei der feindlichen Stellung der beiden Nachbarvölker die Entdeckung eines Portugiesen erst nach einer selbst für damalige Verhältnisse ungebührlich langen Zeitdauer auch in Spanien bekannt werden und Anklang finden konnte.

*) Ein Theil derselben ist in Fig. 1 reproducirt.

Fig. 1.



§ 3. Es ist nicht uninteressant, zu untersuchen, welcher Art die Schiffsrechnung war, welche unter Voraussetzung kreisförmiger, resp. bei kleineren Entfernungen geradliniger Loxodromen sich ausbildete, und deren verhältnissmässige Schärfe *Peschel*, wie wir soeben sahen, in fast emphatischer Sprache rühmt. Es ist abermals das Verdienst des *Peschel-Ruge*'schen Werkes, uns zur Beantwortung dieser Fragen wichtiges und fast vollständig unbekanntes Quellenmaterial an die Hand gegeben zu haben 14). Es wird nämlich dort zunächst darauf hingewiesen, dass jener nämliche *Raymundus Lullus*, dessen als eines in der Geschichte der wissenschaftlichen Nautik höchst bedeutsamen Mannes wir bereits Erwähnung zu thun hatten, auch für diesen Zweig der von ihm mit Vorliebe gepflegten Disciplin bahnbrechend gewirkt habe. Derselbe nimmt 15) an, ein Schiff wolle nach Osten fahren, sei jedoch gezwungen, den gerade wehenden Südwind zu benützen; durch geeignete Segelstellung wird in Folge des unausgesprochen zu Grunde gelegten Satzes vom Parallelogramm der Kräfte das Schiff „per exaloch", d. h. nach Südost getrieben, und es fragt sich, in welchem Grade sich trotz der ihm aufgezwungenen Ablenkung der Schiffer seinem Reiseziele nähere. Einer Strecke von vier Meilen auf der Südostlinie entspricht eine solche von drei Meilen West-Ost, acht Meilen entsprechen sechs u. s. w., d. h. da das Kräfteparallelogramm in diesem Falle zum Rechteck wird, es ist

$$\cos 45^0 = \frac{3}{4} = 0{,}75,$$

ein Werth, der vom wahren, $\cos 45^0 = 0{,}707$, wenigstens nicht allzuviel abweicht. In einem ganz ähnlichen Sinne sind auch die übrigen von *Lullo* gegebenen Vorschriften gehalten, und allgemein könnte man seine Absicht dahin charakterisiren: Projicirt man irgend eine der von einem Punkte ausgehenden geradlinigen Loxodromen aus irgend einem ihrer Punkte auf eine der beiden Cardinalrichtungen, so soll angegeben werden, wie gross die betreffende Projection ausfällt. Es handelt sich hier also um die Trigonometrie des rechtwinkligen Dreieckes.

In noch weit allgemeinerer Fassung hat das gleiche Problem ein anonymer italienischer Autor angegriffen, mit dessen, für die Geschichte der Mathematik ungewöhnlich wichtigen, Arbeiten uns *Toaldo* bekannt gemacht hat. Es ist diess der von *Peschel*

(a. a. O.) so genannte „Marteloio", wofür jedoch besser „Martologio" zu schreiben wäre.*) *Toaldo* berichtet uns 18), dass er in Venedig zufällig ein altes Manuscript untersucht habe, welches ausschliesslich nautische Dinge als Inhalt aufwies; „tra l'altre v' è una regola, che il libro chiama Rason del Martologio, o sia regola di navegar a mente." Von dieser Abtheilung des Codex liefert er einen wortgetreuen Abdruck, indem er zugleich einer jeden allda gelehrten Detailregel eine Erläuterung beifügt. Diese Noten, die denn auch einen bei weitem grösseren Raum beanspruchen, als das Original selbst, nehmen mitunter den Charakter wahrer Divinationen an, und ohne ihre Beihülfe würden dem Verständniss des Textes beträchtliche Schwierigkeiten erwachsen.

Die kleine Abhandlung beginnt 19) mit der Angabe der goniometrischen Funktionen für alle Winkel des ersten Quadranten, welche von 90^0 um ein Vielfaches von $11\frac{1}{4}$ Graden abstehen; für jeden Winkel bezüglich von der Grösse

$$10^0\,15',\ 22^0\,30',\ 33^0\,45',\ 56^0\,15',\ 67^0\,30',\ 78^0\,45',\ 90^0$$

finden wir Sinus, Cosinus, Sekante und Tangens unter Zugrundelegung eines Sinus totus = 100 verzeichnet. Die Fehler sind durchaus nur in den Dezimalstellen vorhanden, wie eine von *Toaldo* angestellte Controlrechnung beweist. Denken wir uns ein rechtwinkliges Plandreieck, dessen Hypotenuse als Stück einer Loxodrome gegeben ist, so kann bei bekanntem Compassstrich — die Achttheilung der Windrose wird auch durch die obige Tabelle bestätigt — sowohl der Längen- als auch der Breitenunterschied aus jener Strecke l berechnet werden, was unser Gewährsmann resp. mit „allargare" und „avanzare" bezeichnet. Sind λ_1 und

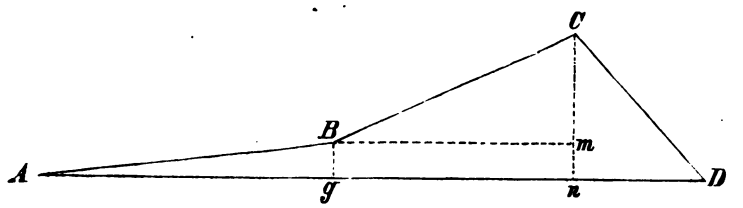
*) Eine etymologische Erklärung dieses Kunstwortes von dunkler Herkunft hat der Verf. kürzlich an einem anderen Orte zugeben versucht 16). Er denkt sich darunter das Ganze wissenschaftlicher Vorkenntnisse, wie es der Seefahrer von damals nöthig hatte, also einerseits die hier in Frage kommende Berechnung der loxodromischen Entfernungen, auf der anderen Seite aber die Kunst, mit dem üblichen Beobachtungswerkzeug umzugehen, welch' letzteres bald als Gradstock, bald als ptolemäische Regel, bald als Jakobstab uns entgegen tritt, dessen Hauptbestandtheil aber den Namen „marteau" führte. Erst neuerlich haben wir uns überzeugt, dass auch *Röhl*, die erste deutsche Fach-Autorität des verwichenen Jahrhunderts, kurz und bündig von „der kürzeren Regel, welche auch der Hammer genannt wird", spricht 17).

λ_2, β_1 und β_2 die geographischen Constanten der beiden Endpunkte des vom Schiffe zurückgelegten Weges, so wäre also

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{l}{\cos \varphi}, \; \beta_1 - \beta_2 = \frac{l}{\sin \varphi}.$$

Diess ist der einfachste überhaupt denkbare Fall; es kann jedoch auch vorkommen, dass der Seemann, von zwei auf einander folgenden, einen Winkel mit einander einschliessenden, Windrichtungen Gebrauch machen muss, um sein Ziel zu erreichen, so dass also sein Curs eine gebrochene Linie wird. Um auch hier den Weg des Fahrzeuges zu finden, nimmt der Anonymus, wie *Toaldo* 20) ausser Zweifel stellt, den Sinussatz der ebenen Trigonometrie zu Hülfe: Zwei Dreiecksseiten stehen zu einander in dem nämlichen Verhältniss, wie die Sinusse der ihnen gegenüberliegenden Winkel. Hierbei werden spitz- und stumpfwinklige Dreiecke gesondert für sich betrachtet; der Kunstgriff, sich zuerst einem abtreibenden Winde zu überlassen, alsdann aber mit Umsetzen der Luftströmung einen anderen Weg einzuschlagen, heisst „voltizar" und „altizar". Hierauf endlich wird die zu lösende Frage noch allgemeiner formulirt. Es kann, und im Grossen und Ganzen wird das sogar der häufiger eintretende Fall sein, auch vorkommen, dass der Wind im Verlaufe der Reise mehr denn einmal umschlägt; unser Venetianer betrachtet den Curs seines Schiffes aus drei nicht in gerader Linie gelegenen, Strecken zusammengesetzt, und da hierbei ein Verfahren zur Anwendung gelangt 21), welches unmittelbar an die Methodik unserer modernen Polygonometrie erinnert, so wollen wir etwas eingehender uns mit jenem beschäftigen. In dieser Disciplin pflegt man bekanntlich die einzelnen Endpunkte eines gebrochenen Linienzuges auf eine feste Axe zu projiciren; ganz so geschieht es auch hier, und zwar wird, wie natürlich, als Projectionsaxe die kürzeste Entfernung AD (Fig. 2) des Anfangs- und Endpunktes der Reise genommen.

Fig. 2.



AD ist die unkekannte Strecke; das Schiff fuhr zuerst unter einem Winkel $DAB = 11\frac{1}{4}^0$ nach B, änderte dort den Compassstrich und segelte, $Bm \parallel AD$ vorausgesetzt, unter dem Winkel $mBC = 22\frac{1}{2}^0$ nach C, um letztlich unter einem Winkel $nCD = 45^0$ gegen die Nord-Südrichtung den Hafen D anzulaufen. Ist Bg und Cn beides senkrecht auf AD, so ist die gesuchte Distanz

$$AD = AG + gn + nD = Ag + Bm + nD,$$

$$AD = AB.\cos 11\tfrac{1}{4}^0 + BC.\cos 22\tfrac{1}{2}^0 + CD.\cos 45^0.$$

Die Strecken AB, BC, CD sind vom Schiffer direct gemesseu, wobei freilich darauf hingewiesen werden muss, dass beim Mangel jedes hodometrischen Mechanismus — auch einer weit späteren Zeit war 22) das einfache Princip der Logleine unbekannt — solche Messungen nur den Charakter oberflächlicher Schätzung trugen. Hier nun ist gegeben $AB = 100$, $BC = 100$, CD kann begreiflicherweise aus den Daten selbst berechnet werden. Man hat nach der Tabelle

$Ag = 100.\cos 11\frac{1}{4}^0 = 100.0{,}98$; $Bg = 100.\sin 11\frac{1}{4}^0 = 100.0{,}20$;
$Bm = 100.\cos 22\frac{1}{2}^0 = 100.0{,}92$; $Bm = 100.\sin 22\frac{1}{2}^0 = 100.0{,}38$;

$$nD = Cn = Cm + Bg = 100.(0{,}20 + 0{,}38),$$

also im Ganzen

$$AD = 98 + 92 + 59 = 248 \text{ Miglien},$$

wie es auch in der Vorlage sich angegeben findet 23).

Was das Alter dieses ältesten Dokumentes einer rationellen Schiffsrechnung anbelangt, so erscheint es uns fraglich, ob *Toaldo* mit seiner Hypothese, den *Regiomontan* für den intellektuellen Urheber derselben zu halten, das Richtige getroffen hat; seine Gründe, welche sich auf die Ersetzung des sexagesimalen Eintheilungssystemes durch das decimale, sowie auf den selbstständigen Gebrauch der Tangenten stützen 24), entbehren der durchschlagenden Kraft. Denn erstens wissen wir jetzt besser als der verdiente italienische Forscher, dass die Decimalbrüche nicht erst dem Geiste *Regiomontan*'s entsprungen sind, und zweitens lässt sich ja auch bei den Arabern die Berechnung von Tabellen für die in der Gnomonik so wichtig gewordene Funktion sin : cos nachweisen 25). Für uns genügt *Toaldo*'s wohl erhärtete Behauptung, dass der den Martologio bergende Codex jedenfalls dem fünfzehnten Jahrhundert entstammt, und wir gelangen so zu dem bemerkenswerthen, in dieser Form jedoch unseres Wissens noch nicht ausgesprochenen, Endergebniss: Zum erstenmale bewusst und selbstständig tritt uns

die ebene Trigonometrie der Neuzeit in ihrer Eigenschaft als loxodromische Trigonometrie vor Augen.

§ 4. Den grossen und für mathematisch-geschulte Köpfe gewiss im höchsten Grade anstössigen Fehler, welchen man durch Verwechselung der wirklichen Loxodrome mit einem Kugelkreis oder gar mit einer Geraden begieng, bemerkte und beseitigte als der Erste jener hochverdiente portugiesische Mathematiker, welchem seit je einer der ersten Ehrenplätze unter seinen Zeitgenossen eingeräumt zu werden pflegt. Die Historiker, z. B *Chasles* 26), erwähnen durchweg rühmend des grossen von *Nunez* angebahnten Fortschrittes, und in der That ist die betreffende Leistung, sei es dass man speziell die dadurch bewirkte Förderung des nautischen Wissens oder den beträchtlichen Gewinn an rein-mathematischer Erkenntniss in's Auge fasst, gewiss den anderen berühmten Geistesthaten des universellen Mannes gleichzustellen.*) Die betreffende Entdeckung, so ist es im vorliegenden Falle wohl gestattet, sich auszudrücken, ward in dem, ursprünglich in der Landessprache abgefassten, später jedoch in's Lateinische übertragenen Werke „De arte navigandi" dem Publikum bekannt gegeben, von dessen Inhalt, soweit er für uns hier in Frage kommt, *Garção-Stockler,* Portugals Specialchronist der exakten Wissenschaften, nachstehende Skizze entwirft 27): „No primeiro dos dois livros, de que consta esse precioso escrito, teve Pedro Nunez a gloria de ser o primeiro geometra que começou a desinvolver a theorica das loxodromias, mostrando que a linha que descreve un navis sobre a superficie do mar, quando corta todos os meridianos debaixo de un mesmo angulo obliquo, não he um circulo maximo da sphera terrestre, massim huma linha espiral de duplicada curvatura, da qual demonstron algumas propriedades mais notaveis." *Garção-Stockler* spricht sich noch weiter enthusiastisch über diese bahnbrechende Neuerung aus, indess macht ihn die erklärliche Begeisterung für seinen Helden nicht blind, vielmehr corrigirt er in einem Nachtrag 28) den von jenem begangenen Fehler, die Cosinusse mit wachsendem Winkel proportional abnehmen zu lassen.

*) Beiläufig bemerkt verstehen wir hierunter die Auflösung des auch noch in weit späterer Zeit für schwierig erachteten Problemes der kürzesten Dämmerung, sowie die Angabe eines geistreichen Theilungs- und Ablesungsmodus für astronomische Instrumente, an welchen noch immer, wenn auch irrigerweise, ein bekannter Kunstausdruck gemahnt.

Lernen wir nun die neue Theorie des *Nonius* in einigen Einzelheiten kennen. Indem wir die Baseler Gesammtausgabe seiner Werke unseren Anführungen zu Grunde legen 29), beginnen wir mit jenem Abschnitte, welcher die Ueberschrift trägt 30): „De iis quae praemitti debent ad ducendum eas lineas in globo quas nautae rumbos appellant.“ Wir erfahren hier gleichzeitig die damals übliche Bezeichnung unserer Linie, deren Herleitung ziemlich nahe liegt, sobald man sich der Eigenart unserer Compasstheilung entsinnt*); der Name rhumbus, linea rhombica, blieb auch dann noch in theilweiser Geltung bestehen, als hundert Jahre nach *Nunez* ein der wahren Natur der Sache selbst entnommener Terminus allgemeine Aufnahme in der Gelehrtensprache gefunden hatte. In jener Einleitung nun wird die fundamentale Wahrheit ausgesprochen, dass die fragliche Curve im Allgemeinen kein Kreis sei, obwohl man sich dieselbe aus vielen kleinen Kreiselementen zusammengesetzt vorstellen könne.

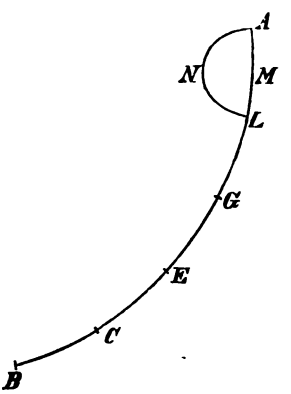
Die nun folgende Definition ist von besonderem Interesse, denn — ohne dass den Autorworten irgendwelcher Zwang angethan wäre — involvirt dieselbe das berühmte, von *Torricelli* 31) und *Roberval* gleichzeitig gefundene Princip der Curvenerzeugung aus verschiedenen den beschreibenden Punkt beeinflussenden Bewegungs-Impulsen. „Quamquam“, so lautet der treffende Nebensatz“, animadvertimus non sine ratione dici posse inflexam quandam lineam esse alterius formae instar helicae duabus confectam motionibus.“ Auf das Schiff wirken eben zwei, unter Umständen sogar mehr, Kräfte, und so kann es keine sphärische Gerade, keinen grössten Kreis, zur Trajektorie haben. „Quare si res ita se habet, descripta linea, quam rumbum dicimus, neque circularis erit neque ex circularibus conflata.“ Dieser letztere Satz, welcher Mangels jeder infinitesimalen Sprachweise mit dem vorhin angezogenen in einem gewissen Widerspruche zu stehen scheint, wird noch mit einem selbstständigen Beweise versehen. Aus den fol-

*) „Rhumbs heissen horizontale Richtungen, Punkte des Horizontes, weil die Blätter der Windrose congruente Rhomben sind, deren spitze Winkel 45° betragen; die Scheitel der einen spitzen Winkel sind im Centrum vereint, die der anderen auf einem Kreise vertheilt und mit den Himmelsgegenden bezeichnet“ 31). Seit den Zeiten des *Guiot von Provins* scheint diese Art der Zeichnung ihren äusserst conservativen Charakter bewährt zu haben.

genden Erörterungen heben wir die Stelle 33) „ex centro sphaerae quod centrum mundi supponimus“ um deswillen heraus, weil dieselbe mit den im 3. Hefte unserer Sammlung abgehandelten Dingen in einem gewissen Zusammenhange stehen dürfte. Kapitel 22 verbreitet sich über die Spezialfälle eines Schnittwinkels von 90^0 und 0^0, in welchen die Rhumb-Linie wirklich zum Kreise wird, alsdann wird die Verzeichnung der Schifffahrtscurven gelehrt und durch eine das nächstfolgende Kapitel erfüllende Tabelle illustrirt, Kapitel 24 endlich enthält die eigentlich-geometrische Theorie der Loxodrome: „De habitudine rumborum tum ad polos mundi tum ad se invicem.“ Der Schwerpunkt dieses Kapitels und damit überhaupt des ganzen theoretischen Abschnittes liegt in dem Beweise des — für jene Zeit unzweifelhaft höchst überraschenden — Theoremes, dass durch blos loxodromische Schifffahrt der Pol nicht erreicht werden könne. Wir theilen diesen Beweis hier in extenso mit, indem wir uns auf Fig. 3 beziehen; wis sich zeigen wird, ist derselbe apagogisch geführt.

„Nam si intrat, quoniam *A* posuimus polum mundi viciniorem, sit igitur ejusmodi ingressus secundum dati rumbi segmentum *LMA*, et per *A* et *L*, meridianus scribatur *ANL*. Quapropter duo maximi circuli se invicem per inaequalia secabunt in ipsis *A* et *L* punctis: quod est impossibile. Sunt enim *AML* et *ANL*, segmenta semicirculis minora, sed si contendas meridianum per *A* et *L*, puncta scriptum, eum esse qui docti rumbi segmentum habet *LMA*: jam igitur ipsum *LMA*, rumbus erit Septentrionis et Austri contra hypothesim: et idcirco in mundi polos intrare minime potest.“ Wir würden den Sinn dieses völlig entsprechenden Beweises etwa so wiedergeben: Gienge die Loxodrome durch den Pol selbst, so müsste sie mit einem bestimmten Mittagskreis, mit jenem nämlich, der eben im Pol ihre sphärische Tangente wäre, den Winkel Null bilden, es läge also ein Verstoss gegen die Bedingung vor, der zufolge die Loxodrome das System aller Meri-

Fig. 3.



diane unter einem gleichbleibenden Winkel durchschneiden soll. — *Nonius* bemerkt übrigens auch ausdrücklich, dass jede solche Curve in Windungen um die Pole sich herumlege und denselben ohne Aufhören näher komme.

Das fünfundzwanzigste Kapitel beschäftigt sich mit der Frage: „Quam habitudinem inter se habeant unius atque ejusdem rumbi segmenta." Die Auftragung der Loxodromen auf künstliche Erdgloben wird gelehrt und dem Nutzen solcher Globen für die Navigationskunde das Wort geredet. Zum Schlusse endlich erhalten wir auch noch eine Andeutung dessen, was späterhin loxodromische Trigonometrie im engeren Sinne genannt worden ist: „Et non solum ex intervallis rumbus indagari poterit inter duo loca data: sed etiam ex longitudinum differentiis, eam videlicet quae inter meridianos eorundem locorum reperta fuerit, cum eis conferendo quae in singulis rumbis inter meridianos signatorum punctorum fuerant comprehensae" 34). Dem Verfasser wohnte, als er diese Worte niederschrieb, ganz offenbar ein klare Vorstellung davon bei, dass eine abschliessende Bearbeitung des rechtwinklig-sphärischen Triangels, welcher von der Längendifferenz, Breitendifferenz und dem zwischen beiden Punkten ausgespannten loxodromischen Bogen eingeschlossen ist, zugleich das Hauptproblem der terrestrischen Nautik darstelle — eine Ahnung, welche denn auch, wie aus dem Verlaufe dieser unserer Schilderung hervorgehen wird, allmälig in volle Erfüllung gieng.

§. 5. Von Folgen scheint die durch *Nunez* gegebene Anregung zunächst nicht begleitet gewesen zu sein, wenigstens sind wir nicht in der Lage, dergleichen namhaft zu machen. Dass der bedeutendste Kosmograph jener Epoche, *Philipp Apian,* dieser neuen und wichtigen Bereicherung der mathematischen Erdkunde keine Erwähnung thut, könnte bei dem Binnenländer auch dann kaum auffallen, wenn seine Lebenszeit von derjenigen seines portugiesischen Collegen verschiedener gewesen wäre, als sie es thatsächlich war, allein auch für die späteren, von *Kästner* 35) citirten und analysirten Ueberarbeitungen der *Apian*'schen Kosmographie gilt wohl ein Gleiches, obschon dieselben von Spaniern und Franzosen, also von Angehörigen seefahrender Nationen, besorgt wurden. Auch als ein Mathematiker von gleich bedeutendem Rufe den Gedanken seines grossen Vorläufers aufnahm und weiter förderte, scheint diese eine unter der Menge anderer Leistungen

sehr in den Hintergrund getreten zu sein. *Simon Stevin*, den wir meinen, ist allerdings der späteren Ehre theilhaftig geworden, dass seine wissenschaftliche Stellung von Seiten gelehrter Landsleute, wie *Goethals'*, *Steichen*'s und *Quetelet*'s, zum Thema monographischer Essays gewählt ward, allein gerade die uns hier interessirende Seite seiner vielseitigen Thätigkeit ward stiefmütterlich behandelt, und selbst der letzterwähnte Belgier, der doch ganz speziell von *Stevin*'s Geographie handelt 36), weiss von den Loxodromen nichts zu berichten.

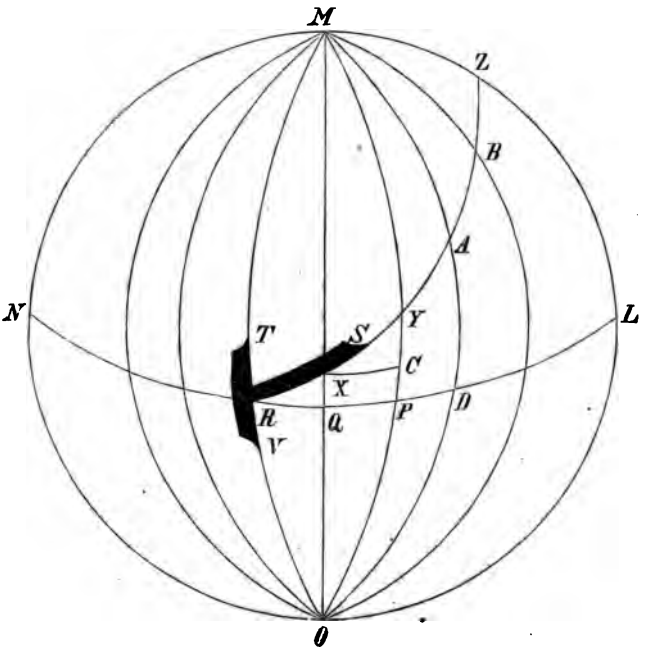
Das vierte Buch des Compendiums der Geographie ist betitelt 37): „Histiodromie, ou cours des navires." Gleich im Anfange begegnen wir als dritter Definition der folgenden: „Romb, ou cours oblique, est une ligne qui fait tousiours de mesmes angles à tous les meridiens, et n'est ny l'équateur, ny un meridien." An diese Definition eines neuen Wortes schliesst sich eine ausführliche und treffende Sacherklärung an, aus der auch recht deutlich der allgemeine Erkenntnissfortschritt seit den Zeiten des *Nonius* hervorleuchtet: die magnetische Deklination war freilich auch jenem schon bekannt, allein da man sie fast allgemein als eine für den nämlichen Erdort constante ansah, so glaubte man ihr eben kein besonderes Gewicht beimessen zu müssen, wogegen *Stevin* derselben bereits dadurch Rechnung trägt, dass er bestimmt, man müsse die Nadel, solange das Schiff in der loxodromischen Bewegung verharrt, als unverändert nach Norden zeigend ansehen dürfen. Die Curven selbst werden als Spiralen bezeichnet. *Stevin* ist, soweit uns bekannt, der Erste, welcher die beiden Navigationsmethoden, welche noch jetzt als die einzig wissenschaftlichen gelten, einander gegenübergestellt und jedwede nach Kräften auszubilden gestrebt hat, nämlich die Schifffahrt auf dem grössten Kreise und diejenige auf der Loxodrome. Er selbst charakterisirt seine Absicht, wie folgt 38): „Apres que Son Excellence" — der Prinz-Statthalter *Moritz* — „eust entendu la navigation par rombs, comme on les verra cy apres, et comparant les cours droicts à iceux, comme plus courts, il luy a semblé bon que j'en escrive quelque chose, puis que l'ordre mesme le requerroit, si on s'en vouloit servir, et ainsi j'en ay fait ces deux desciptions suivantes, l'une Mechanique, l'autre Mathematique." Wir wollen gleich hier bemerken, dass die Citation des ihm enge befreundeten Fürsten uns für eine verhältnissmässig frühe Abfassungszeit des betreffenden Abschnittes zu sprechen

scheint; in seinen späteren Lebensjahren war ja *Stevin* aus seinem rein-persönlichen Verhältnisse zu dem Oranier und in den Dienst der Generalstaaten selber eingetreten, und so fällt die Epoche der Entstehung der Geographie aller Wahrscheinlichkeit nach vor das Jahr 1600; es scheint hiefür auch zu sprechen, dass einer Bemerkung *Kästner*'s 39) zufolge *Wright* in seinem später zu nennenden Werke gegen *Stevin*'s Tadel einiger seiner früheren Aufstellungen scharf polemisirt. Für uns ist diese Fixirung einer Epoche nicht ganz gleichgültig, weil wir aus ihr das Recht herleiten, den eigentlichen Text der loxodromischen Theorie von einem separat gedruckten Anhang gesondert zu betrachten. Insoferne wir uns nämlich in dieser Abhandlung ein strenge der Zeitfolge angepasstes Aufsteigen von einer Entwickelungsphase zur anderen als Ziel gesteckt haben, müssen wir, um uns mit dem theilweise geschichtlichen Inhalt jenes „Appendice" völlig vertraut machen zu können, erst die gleichzeitigen Leistungen eines *Wright* und *Mercator* berücksichtigt haben.

Auch für die loxodromische Schiffahrt werden zwei Methoden angegeben, deren eine auf empirische Verzeichnung der Curslinien, die andere auf rechnerische Bestimmung derselben abzielt. Ersteres wird dadurch erreicht, dass man auf einer Kugel irgend einen kleinen Kreis markirt, einen Quadranten desselben durch sphärische Radien, welche vom näheren Pol ausgehen, in acht gleiche Theile theilt und nun einen sphärischen Winkel aus Metall construirt, dessen einer Schenkel, wenn der andere mit einem der Radien des Quadranten zur Deckung gebracht wird, jeweils auf einen der Theilungsradien fällt. Man braucht solcher Winkel somit im Ganzen sieben, von resp. $11\frac{1}{4}^0$, $22\frac{1}{2}^0$, $33\frac{3}{4}^0$, 45^0, $56\frac{1}{4}^0$, $67\frac{1}{2}^0$, $78\frac{3}{4}^0$, da die vier Quadranten sich völlig symmetrisch verhalten und je vier Loxodromen mit den Cardinalrichtungen Nord, Ost, Süd, West identisch sind, so hat man die Curven für alle die ($4 . 7 + 4 = 32$) Windstriche, in welche die Rose seit alten Zeiten — man denke z. B. an die Tabelle des Martologio in § 3 — zerlegt wurde. Den Gebrauch seines Instrumentchens erläutert *Stevin* an einer Zeichnung 40), welcher unsere Fig. 4 nachgebildet ist. Man zeichnet auf eine Terrelle den Aequator *NL*, die Pole *M* und *O* und soviele Meridiane, als man zu bedürfen glaubt; die Durchschnittspunkte dieser Hauptkreise mit dem Gleicher nenne man *R, Q, P, D*. . . . Soll dann etwa die Nord-

ost-Loxodrome aufgetragen werden, so wähle man die Metallschräge von 45^0, lege deren Scheitel in einen der genannten Punkte, z. B. in *R* und den kürzeren Schenkel *TV* auf den

Fig. 4.



Meridian *MRO*, alsdann giebt der zweite, längere, Schenkel *RS* die ursprüngliche Richtung — in Wirklichkeit natürlich nur die sphärische Berührungslinie — der zu findenden Curve an. Da man annehmen darf, dass die einzelnen Meridiane in sehr geringen Winkeldistanzen von einander aufgetragen sind, so wird der Schenkel *RS* den nächsten Meridian in einem Punkt *X* schneiden; nun wiederhole man genau die nämliche Construction, indem man den Schenkel *TV* mit *MQO*, den Scheitel mit *X* coincidiren lässt, und in dieser Weise fahre man fort. Die Rhumblinie, welche eigentlich eine stetige Curve sein sollte, setzt sich hier also aus vielen kleinen Cirkelbögen *RX, XY, YA, AB, BZ* . . .

zusammen, genau genug für die gewöhnliche Praxis. Freilich entgehen die unvermeidlichen Mängel eines solchen Näherungsverfahrens auch unserem Autor nicht; als einen wesentlichen Nachtheil hebt er selbst den hervor, dass bei dieser Art der Construktion die Curve auch durch einen der Pole selbst hindurchgehen könne, was ja eben der bereits durch *Nonius* aufgedeckten Fundamentaleigenschaft zuwiderläuft. Wer demnach den Verlauf einer solchen genauer kennen zu lernen wünscht, hat sich der eigens zu diesem Zwecke angefertigten Tafeln zu bedienen. Dieselben werden dadurch hergestellt, dass man die aufeinander folgenden loxodromischen Dreiecke RQX, XCY ($XC \parallel NL$) . . . als gewöhnliche sphärische Dreiecke betrachtet und nun für den Abstand $RQ = QP = PD = \ldots = 1^0$ die einzelnen Hypotenusen berechnet. Der begangene Fehler ist unter dem principiellen Gesichtspunkt freilich hier ein doppelter, denn sowohl die Loxodrome, als der Parallelkreis wird jeweils mit einem Hauptkreis verwechselt, allein bei der Kleinheit der betreffenden Bögen kann dieser Tabellenfehler höchstens in sehr hohen Breiten sich unangenehm fühlbar machen, und von diesen durfte man damals ruhig absehen. Nachdem der Gang der Rechnung auseinandergesetzt ist, wobei von der bekannten decimalen Schreibweise *Stevin*'s mehrfach Gebrauch gemacht wird, folgen die umfänglichen Tabellen selbst, auf deren Arrangement an dieser Stelle, um nicht der Beschreibung ähnlicher, aber vollkommenerer Leistungen vorzugreifen, nicht eingegangen werden soll. Zum Schlusse kommt der Verf. nochmals auf seine Idee der loxodromischen Winkel zurück, erweitert dieselbe aber jetzt in dem Sinne, dass er dieselben durch vollständige Curvenlineale ersetzen will, mittelst deren nicht lediglich das Anfangselement der Linie, sondern diese selbst einem grossen Theile ihres Verlaufes nach auf dem Globus aufgezeichnet werden soll.*) Mehrere solche Modelle werden abgebildet in der Form rechts und links gewundener Spiralen; freilich ist es nicht recht ersichtlich, wie dem Blech die erforderliche doppelte Krümmung ertheilt

*) Der Gedanke, mittelst eines ein für allemal anzufertigenden Werkzeuges jeden Fall einer gewissen Problem-Gattung sofort erledigen zu können, geht wohl auf den Cardinal *Nicolaus von Cues* zurück 41). Neuerdings sind, besonders von *Emsmann*, Transporteure mit fest aufgetragenen Curven dritter und höherer Ordnung zur Lösung des Problemes der Winkeltheilung anempfohlen worden.

werden sollte. Mit Hülfe derselben lässt sich jede Aufgabe der loxodromischen Trigonometrie, welche die fünf Stücke des vom Pole und den Schlusspunkten des Rhumb gebildeten Dreiecks irgendwie discutirt — das sechste Bestimmungsstück wird dadurch ersetzt, dass ein Aussenwinkel nothwendig einem Innenwinkel gleich sein muss — mechanisch lösen; dieser mechanischen Lösung steht jedoch immer eine „Operation, par les nombres," als theoretisches Gegenstück zur Seite, welch' letztere auf die Tabellen zurückgreift, so dass auch diese zweite Behandlung ein völlig stereotypes Gepräge erhält; bemerkenswerth ist besonders eine Note des Herausgebers *Albert Girard* 42), in welcher mit Bezugnahme auf die Gradmessung des *Snellius* einzelne *Stevin*'sche Angaben für irdische Dimensionen rektificirt werden. Immerhin überwiegt schon dieser erste, ersichtlich für den Praktiker gearbeitete, Theil der „Histiodromie" so sehr alles bislang auf diesem Felde Geleistete, dass man es nur begreiflich finden kann, wenn *van de Weyer* den *Stevin* als den Lehrer aller seebefahrenden Völker rühmt 43): „Il a donné un des meilleurs traités de Navigation, qui servit de texte dans toutes les écoles chez les nations maritimes." Vielleicht steht der hohe Aufschwung, welchen das niederländische Seewesen um jene Zeit des nationalen Befreiungskampfes bekanntermassen genommen hat, auch mit der wissenschaftlichen Reform eines der hervorragendsten Landeskinder in einem ursächlichen Zusammenhang.

§ 6. Obwohl durch die ihnen wohlbekannten Interessen der Nautik geleitet, waren die bisher genannten Männer doch mehr in ihrer Eigenschaft als Mathematiker an die Theorie des Segelns unter gleichem Windstriche herangetreten und wesentlich mathematisch, d. h. nur für Fachgenossen vollkommen geniessbar, waren auch die Früchte ihrer Forschungen. In gewissem Sinne gleichzeitig mit beiden Männern, d. h. ein wenig früher als *Stevin* und ein wenig später als *Nunez*, bearbeitete ein Dritter den gleichen Gegenstand recht eigentlich unter dem Gesichtspunkt der praktischen Anwendbarkeit. Der grosse Geograph und Kartenzeichner *Gerhard Mercator* hatte es sich zur Lebensaufgabe gestellt, die ungemeine Bequemlichkeit, welche der Gebrauch der rohen Plattkarten dem Schiffer gewährte, mit einem höheren Princip in Verbindung zu bringen, so dass den zu construirenden Karten Handlichkeit uud Exaktheit in gleichem Maasse innewohne. Das an

sich sehr einfache Hülfsmittel war das, den der Erdkugel unbeschriebenen Cylinder als developpable Projektionsfläche zu wählen; in dem abgerollten Mantel bilden dann Meridiane und Parallelkreise zwei Schaaren sich rechtwinklig durchkreuzender Geraden, so jedoch, dass nur erstere äquidistant bleiben, die Abstände der Parallelen jedoch im direkten Verhältniss der trigonometrischen Sekanten der Breiten grösser werden. Das erste greifbare Zeugniss der Realisirung dieser neuen und jedenfalls erst in längerem Studium zu greifbarer Gestaltung herangereiften Idee datirt vom Jahre 1569: „Die von *Mercator* in dieser Projektion ausgeführte, 1569 vollendete und zu Duisburg erschiene, 6′ lange und 4′ hohe Weltkarte, die sehr verbreitet war, vielfach nachgebildet wurde und auf lange Zeit hinaus als Musterkarte diente, ist jetzt sehr selten geworden“ 44). Der Hauptvorzug dieser neuen Projektionsart ist nun natürlich der, dass eine sämmtliche Gerade einer Schaar unter constantem Winkel schneidende Gerade selbst zur geraden Linie wird und einfach gezeichnet werden kann. *Mercator* selbst hat sich allerdings über diese theoretische Haupteigenschaft seiner Abbildung nicht geäussert, und insoferne könnte man darüber zweifelhaft sein, ob ihm auch volles Bewusstsein seines Verdienstes, die schwierige loxodromische Theorie für Lineal und Zirkel zugänglich gemacht zu haben, beigewohnt habe, indess möchte diese Streitfrage durch *Breusing* wohl im bejahenden Sinne entschieden worden sein. Indem derselbe nämlich die vor ihm noch nicht ausgenützte Correspondenz *Mercator*'s mit dem jüngeren *Granvella* einer Analyse unterzieht, sagt er u. a. 45): „Aber noch ein anderer Punkt in dem Briefe an *Granvella* ist vom höchsten Interesse. Wir sehen, dass *Mercator* bei'm Studium der loxodromischen Karten die Bemerkung gemacht hat, wie bei'm Entwerfen einer solchen Karte auf Grund der eingehenden Schiffscurse die Breitengrade allmälig vergrössert und nach Norden hinaufgeschoben werden müssen, sodass der Breitenmaassstab ein veränderlicher wird. Damals schrieb er diesen Umstand noch der Thatsache zu, dass die Missweisung des Compasses an verschiedenen Orten eine verschiedene sei, und hatte insoferne Recht, als dadurch wirklich eine Verschiebung der Breitengrade veranlasst wird. Aber auch wenn diess nicht der Fall wäre, auch wenn der Compass überall auf der Erde nach dem wahren Nordpunkt zeigte, die Breitenskale einer loxodromischen Karte muss doch veränderlich, sie muss

eine nach den Polen hin vergrösserte sein. Wann *Mercator* diese bahnbrechende Entdeckung gemacht hat, wann er dazu gelangt ist, das Gesetz der Veränderlichkeit aufzufinden, wir können es nicht angeben. Aber in diesem Briefe sehen wir ihn schon auf dem Wege dahin begriffen, und entgangen ist sie ihm nicht." Schliesst man dieser Ansicht sich an, so muss man es allerdings für im hohen Grade wahrscheinlich halten, dass *Mercator* nicht sowohl durch allgemeine Betrachtungen kartographischer Natur, als vielmehr eben durch sein Bestreben, die loxodromische Geometrie zu vereinfachen, auf seine Erfindung geführt worden ist. Jedenfalls ist es irrig, wie wohl da und dort geschah, die Erkenntniss des wahren Wesens der reducirten Seekarten dem *Mercator* ab- und dafür dem Engländer *Wright* zusprechen zu wollen, und *Breusing* erklärt sich 46) mit Recht entschieden gegen eine derartige Unterstellung; doch wollen wir nicht unterlassen, beiläufig zu bemerken, dass bereits *Mollweide,* dessen geräuschloser Thätigkeit die Geschichte der mathematischen Wissenschaften für eine Reihe wichtiger Aufschlüsse zu Dank verpflichtet ist, den niederdeutschen Kosmographen nach dieser Richtung hin in Schutz genommen hat 47). Es bedurfte einiger Zeit, bis die *Mercator*'sche Projektion in allgemeineren Gebrauch kam; *Stevin* selbst scheint mit derselben noch nicht vertraut zu sein, die Piloten gewöhnlichen Schlages liessen es nach *Peschel*'s Mittheilung 48) noch hundert Jahre anstehen, bis sie sich dazu entschliessen konnten, von ihren primitiven Compasskarten abzugehen, und selbst in Fachwerken, z. B. in des wackeren *Jansson* „See-Atlas" (*Peschel* a. a. O.) wird die neue Manier nur erst schüchtern und theilweise zur Anwendung gebracht.*)

Das, was *Mercator* zwar klar erkannt, schriftstellerisch jedoch nur ganz andeutungsweise zum Ausdruck gebracht hatte, systematisch darzustellen, war die Tendenz eines Werkes, welches *Eduard Wright* am Schlusse des sechzehnten Jahrhunderts veröffentlichte 49), welches jedoch in der Regel nach anderen, weit später erschienenen Neu-Auflagen citirt zu werden pflegt, die auch

*) Im 41. Kapitel von *Jansson*'s — uns nicht aus eigener Anschauung bekannter — Schrift „Introductio orbis maritimi" soll sich die loxodromische Theorie übrigens selbst vorgetragen finden, so dass offenbar nur die Rücksicht auf den noch ungeläuterten Geschmack des Publikums den Herausgeber zu seiner Reserve bewogen haben kann.

theilweise Zusätze und Verbesserungen enthalten. Nachdem derselbe in einem eigenen Kapitel 50) die falsche Grundlage der landläufigen Seekarten nachgewiesen hat, erörtert er den oben bereits ausgesprochenen Grundsatz, nach welchem die Verbesserung, d. h. „ein anderer Weg zur Graduirung des Meridians einer allgemeinen Seekarte" erzielt werden könne; er denkt sich zu dem Ende die Kugel in der Weise anschwellend, dass für einen gegebenen Erdort ihr Halbmesser der Sekans der geographischen Breite gleich werde und construirt, auf diese allerdings etwas ungewöhnliche Hülfsvorstellung sich stützend, seine „table of latitude," welche ursprünglich auf einen Fortschritt des Argumentes nach Sechstelgraden eingerichtet war, später aber bis auf die einzelnen Breitenminuten ausgedehnt wurde. Im Wesentlichen hat man, um eine solche Tabelle zu bilden, die Summe der reciproken Sinus für alle vorhergegangenen Argumente zu bilden 51); für die Aufnahme dieser Funktionen in den vorhandenen trigonometrischen Apparat war bekanntlich durch die Vorarbeiten eines *Maurolycus*, *Copernicus* 52) und *Rheticus* genügend der Weg bereitet worden.

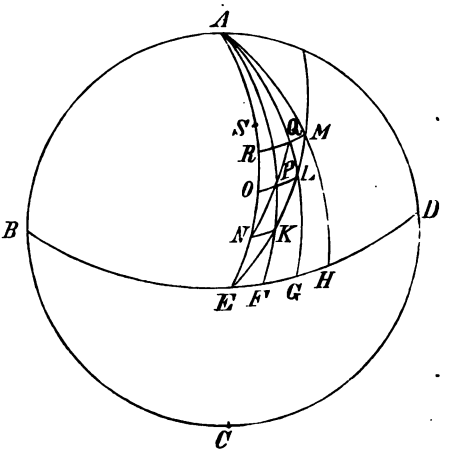
§ 7. Wir kommen nach dieser nothwendigen Einschaltung wiederum auf den Appendix *Stevin*'s zurück, in welchem die Theorie der Schifffahrtscurve von neuem — und zwar unserer Hypothese zufolge auf Grund inzwischen neu erworbener Kenntnisse und Erfahrungen — aufgenommen wird. Wir begegnen daselbst 53) zuerst einer Widerlegung des von *Nunez* begangenen und schon oben (§ 4) nach *Garção-Stockler* gekennzeichneten Irrthums, hierauf einer analogen Betrachtung „des fautes qui sont dans les tables des Rombs d'Eduard *Wright*," welch' letztere übrigens nicht wie dort als schwerwiegende principielle, sondern mehr nur als Rechenfehler sich herausstellen, und nun folgt ein genereller Lehrsatz, dessen Enoncé und Beweis fast anderthalb Grossfolio Seiten erfüllen. Wir reproduciren den Beweisgang im Folgenden; die Fassung ist diese: „Comme la déclinaison du romb de l'équateur progrediant d'un degré de longitude, à la déclinaison suivante, d'un degré en longitude; ainsi fort pres la secante par le commencement du dernier progrés, à la secante par le commencement du premier progrés."

In Fig. 5 seien *A* und *C* die Erdpole, *BD* der Aequator, auf welchem die vier äquidistanten Punkte *E, F, G, H* so angenommen sind, dass ihr Abstand je einen Grad beträgt. Die Quadranten

AE, AF, AG, AH sind gezogen, und die von *E* ausgehende Rhumb-Linie trifft dieselben resp. in *K, L, M; KN, LO, MR* sind Parallelkreise, welche die Quadranten ausserdem noch in *P* und *Q* schneiden. Dann gilt „fort pres" die Proportion:

$$NO : OR = \sec FK : \sec GL.$$

Fig. 5.



Der Beweis hiefür wird so geführt. Es gilt die bekannte Fundamentalwahrheit der Geometrie, wenn *r* der Kugelradius,

$$\sec EN : r = r : \sin AN,$$

d. h., in unseren Zeichen, $\sec EN = \frac{1}{\sin(90^0 - EN)}$. Ebenso ist

$$\sec EO : r = r : \sin AO,$$

also durch Vergleichung

$$\sec EN : \sec EO = \sin AO : \sin AN.$$

Wie die Sinusse der Breiten verhalten sich aber die Umfänge der Breitenkreise; versteht man also unter p und p' diese Peripherieen für die durch *O* und *N* gehenden Parallelkreise, so hat man auch

$$\sec EN : \sec EO = p : p'.$$

Die Bögen *LP* und *KN* sind nach Voraussetzung aliquote Theile jener Kreise, weshalb

$$\sec EN : \sec EO = LP : KN.$$

Ohne merklichen Fehler dürfen die sphärischen Dreiecke *QLP*, *PKN* als ähnliche, ebene Dreiecke angesehen werden, somit ergiebt sich

$$\sec EN : \sec EO = NO : OR.$$

Damit aber ist der Beweis abgeschlossen.

Was an dieser Entwickelung wichtig ist, das ist besonders das klare dem Beweise selbst zu Grunde liegende Bewusstsein, dass das Resultat auf volle geometrische Strenge keinen Anspruch

erheben könne, lediglich approximativ sei. An den vorliegenden Tabellen tadelt *Stevin* den Umstand, dass die Abstände viel zu weit genommen worden seien; er hebt in dem Paragraphen 54) „Comment on pourrait faire des tables de rombs certaines selon l'opinion de l'Autheur" ausdrücklich hervor, dass, wenn die Argument-Distanz von 1^0 als zu gross erscheinen sollte, die Tafeln eben in geringeren Sprüngen fortschreiten müssten, etwa von halben zu halben Graden oder gar von 15 zu 15 Minuten. — Der Schluss des Anhanges ist der technischen Beschreibung des Schiffscompasses gewidmet.

Der scharfsichtige *Girard* begleitet die soeben skizzirten Vorschläge mit nachstehenden Worten: „La maniere parfait est plus facile que celle que Stevin a fait, et qu'on n'a trouvé jusques à present, mais où sont ceux qui payeroyent la peine de celuy qui seroit quelque chose d'excellent? Tout va d'un si bon ordre entre les hommes, et la science est si bien estimée, que c'est merveilles si on ne revient en un siecle plus barbare que celuy mesme de fer: là dessus je feray cette question à la vue d'un chacun." Die trüben Lebenserfahrungen *Girard*'s, welche dem ganz ungewöhnlich hoch begabten Manne die volle Entfaltung seiner Geisteskräfte unmöglich machten, mögen die Verantwortung für diese pessimistische Auffassung tragen.

§ 8. Wir haben bei Besprechung der *Stevin*'schen Arbeiten mehrfach uns davon überzeugt, dass der Commentator *Girard* an einzelnen Aufstellungen jener Correkturen anbrachte, aus denen deutlich zu ersehen war, dass ihm neuere und bessere Hülfsmittel zur Verfügung standen. Bei einer Gelegenheit nennt er selbst seine Quelle: es ist diess das grundlegende Werk des auch auf verschieden anderen Gebieten so wohl bewanderten Leydener Professors *Willebrord Snellius a Royen*. Dasselbe war ziemlich bald nach *Stevin*'s Tod an's Licht getreten und kann, ebenso wie es auch zuerst das bis dahin völlig unbekannte Kunstwort „Loxodrome" in die nautisch-mathematische Terminologie einführte, als der erste systematische Lehrbegriff der loxodromischen Geometrie, sowie der auf diese begründeten Steuermannskunde gelten.

In seiner äusserst ausführlichen, nicht mit Seitenzahlen versehenen, Vorrede beabsichtigt der Verfasser wohl nur, sein unfängliches gelehrtes Wissen und seine Belesenheit in den alten Autoren an den Tag zu legen, denn der Hauptsache nach be-

schränkt er sich darauf, in einer Reihe von Citaten All' das zusammenzustellen, was sich von Zeugnissen für Schiffbau und Schiffsleitung im Alterthum beibringen lässt. Erst ganz zuletzt tritt er seinem eigentlichen Thema näher. Er erörtert die Unvollkommenheiten, von welchen alle antiken Karten begleitet sein mussten, verbreitet sich sodann über die Fehler, welche die Verwechselung loxodromischer und ebener rechtwinkliger Dreiecke mit sich brachte und zuerst von *Nonius* als solche erkannt wurden und wendet sich schliesslich zu den neuesten Fachschriftstellern und Kartenzeichnern: *Mercator, Stevin, Wright* und *Hues**), denen sich auch in Frankreich „haud pauci" — Namen werden leider nicht genannt — anreihen. Da aber dieser trefflichen Vorarbeiten ungeachtet „operis perfecta delineatio desiderari videbatur," so entschloss er selbst sich zur Herausgabe des Werkes, mit welchem wir es eben hier zu thun haben. Im ersten Buche werden zunächst mehrere vorbereitende Sätze zusammengestellt, welche theils auf den Magneten**) und dessen geheime Kräfte, theils auf gewisse Lemmata der elementaren Sphärik sich beziehen; die den Charakter des Buches bestimmenden Untersuchungen beginnen erst mit der fünfzehnten Proposition 56): „Loxodromia est linea ἑλικοειδης in terreni globi superficie, quam ubique contingens recta linea cum omnibus meridianis per cunctatus ea puncta eductis aequales angulos comprehendit." Diese Definition zeichnet sich ihren Vorläufern gegenüber durch die scharfe Hervorhebung des Umstandes aus, dass von einem Winkel zweier krummen Linien nur insoferne gesprochen werden kann, als man darunter den Winkel der dem Schnittpunkt entsprechenden geradlinigen

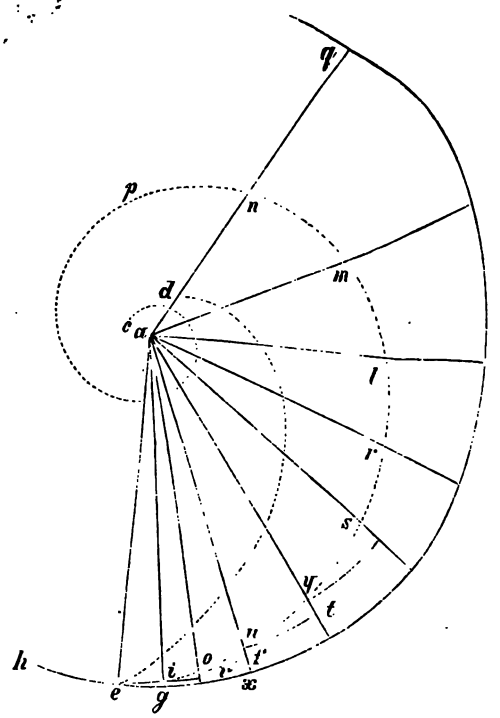
---

*) Von dem englischen Astronomen *Robert Hues* ist nicht viel weiter bekannt, als dass er um die Wende des sechzehnten Jahrhunderts gelebt und einen Lehrbegriff der Anfertigung und des Gebrauches von Globen geschrieben hat 55). Auch wird er mehrfach, z. B. in *Gilbert*'s grossem Werke über den Magneten, nebst *Harriot, Wright* und *Kendall* unter denen aufgeführt, welche auf langen und mühsamen Seereisen die Gesetze der Compass-Variation zu erkunden bestrebt waren.

**) In einer Zueignungsepistel an die Generalstaaten, welche dem „Tiphys Batavus" vorgedruckt ist, bezeichnet *Snellius* den Magneten in blumenreicher Sprache als „saxum inpolitum, nullo splendore, opacum, asperum, scabrum, colore ferrugineo, sed cuivis gemmae contra comparandum". Dem folgt eine überschwängliche Schilderung der Verdienste dieses unscheinbaren Minerales.

erheben könne, lediglich approximativ sei. An de
Tabellen tadelt *Stevin* den Umstand, dass die
weit genommen worden seien; er hebt in de
„Comment on pourrait faire des tables de
l'opinion de l'Autheur" ausdrücklich her
gument-Distanz von 1° als zu gross er
eben in geringeren Sprüngen fortsc
halben zu halben Graden oder ga
Der Schluss des Anhanges ist d
Schiffscompasses gewidmet.

Der scharfsichtige *Girard*
schläge mit nachstehenden
facile que celle que Ste
present, mais où sont c
seroit quelque chose
les hommes, et la sc
on ne revient en
là dessus je f
trüben Leber
lich hoch b
unmöglic
stische
me
r



...en in a
incurret,
...infinitis gyris
...circumacta ad il-
lud punctum nun-
quam perveniet"
(Fig. 6). Der
nächste Satz sucht
die Analogie der
Loxodrome mit
der gewöhnlichen
Schraubenlinie
herzustellen, wel-
che ja auch in
der That vorhan-
den ist. Freilich
ist eine direkte
Identität des Ent-
stehungsprocesses beider Curven nur gültig, solange die Kugel als

Fläche passirt, d. h. nur für unendlich kleine Flächen-
he hat nun auch, wenn schon er es nicht mit der
rthen Schärfe hervorhebt, *Snellius* im Auge, wenn er
e die obige Figur sagt 58): „Intelligamus itaque in
segmenta meridianorum ji vo uf esse aequalia et
uf aequales, ej, iv, of parallelorum circulorum
n similia, sed aequalia tantum. Hic basis tri-
u, crus porro reliquum ux, è segmentis ei
igatur". Unter der bisherigen Voraus-
einzelnen Parallelkreise, zwischen denen
omischen Curve verläuft, in gleichen
n auf einander folgen, können je
s angenommen werden. Die er-
uf eine Minute fixirt 59). Hie-
nistiodromischen Aufgaben auf ebene
geführt; ist l die Bogenlänge eines Stückes
uer Schnittwinkel, so ist der Abstand der zugehöri-
ise gleich $l \cos\varphi$, oder wie es in der Vorlage heisst:
s ad quadrantem secantis anguli inclinationis datae loxo-
ita scrupula evariatae latitudinis, ad longitudinem loxo-
optatam". Der 22. Satz ist der auf den Meridianen senk-
henden Seite des loxodromischen Dreiecks gewidmet; von
chen als von einem Ganzen könne freilich nicht eigentlich
sein („integrum simul imaginarium*) est"); als Element
repräsentire dieselbe jedoch die Längendifferenz und
shalb mit Fug den Namen „*μηχοδυναμιχόν.*"**). Nun-
rden die loxodromischen Dreiecke im Zusammenhang be-
hat man im Ganzen n äquidistante Parallelen, so kann

---

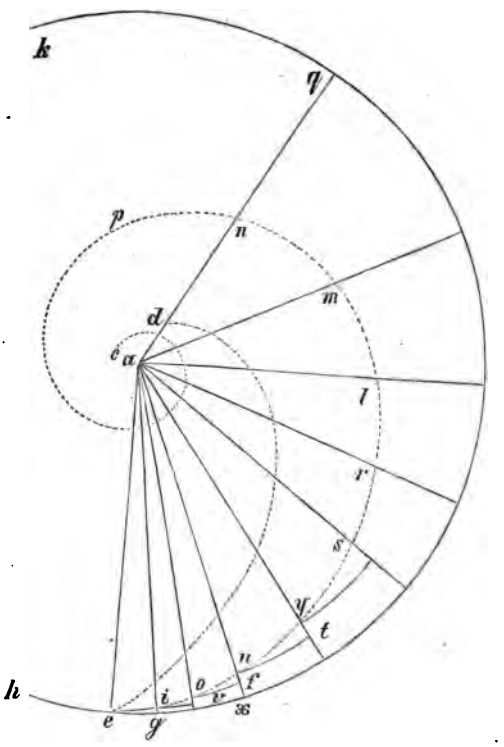
ir registriren den Gebrauch des Wortes „imaginär," weil uns
annt ist, ob dasselbe in irgend welcher Ideenverbindung schon
kommt. Das, was *Snellius* imaginär nennt, hat freilich in der
nserer Integralrechnung eine weit sachlichere Bezeichnung ge-

Kästner führt dieses Kunstwort in der Form „latus mecodyna-
f *Christian Wolf* zurück 60), in dessen mathematischen Hand-
den Betrag angiebt, um wieviel ein auf der Loxodrome fort-
Fahrzeug nach Verlauf einer bestimmten Zeit direkt nach Ost
vom Anfangsmeridian sich entfernt hat. Indess ist es *Käst-*
entgangen, dass ein verwandter Begriff sich schon bei *Snellius*

Tangenten versteht. Nach dieser Curve, welche ersichtlich kein Kreis sein kann, segelt ein Schiff, das stets denselben Curs einhält; den zurückgelegten Weg misst man mittelst eines im Wasser nachschleppenden Seiles (Log) und einer Clepsydra (Sanduhr). „Atque ita ex angulo confectae Loxodromiae et ejusdem quantitate, postea latitudinis et longitudinis evariatae rationem ineunt." Die hiebei verwendbaren mechanischen Hülfsmittel gewähren nicht die wünschenswerthe Genauigkeit, und so giebt er persönlich dem Calcul den Vorzug, dem Operiren mit Zahlen, „qui ἀκριβέστεροι sunt geometricis lineamentis" 57).

An der Spitze steht natürlich das Theorem, dass die Loxodrome niemals den Pol erreicht; würde doch, wäre diess der Fall, ihre charakteristische Eigenschaft sofort in Nichts zerfallen. „Loxodromia eiou continuata porro in m, n et p, atque inde in c, nunquam tamen in a polum incurret, sed infinitis gyris circumacta ad illud punctum nunquam perveniet" (Fig. 6). Der nächste Satz sucht die Analogie der Loxodrome mit der gewöhnlichen Schraubenlinie herzustellen, welche ja auch in der That vorhanden ist. Freilich ist eine direkte Identität des Entstehungsprocesses beider Curven nur gültig, solange die Kugel als

Fig. 6.



developpable Fläche passirt, d. h. nur für unendlich kleine Flächenstücke. Solche hat nun auch, wenn schon er es nicht mit der wünschenswerthen Schärfe hervorhebt, *Snellius* im Auge, wenn er mit Bezug auf die obige Figur sagt 58): „Intelligamus itaque in loxodromia eiou segmenta meridianorum ji vo uf esse aequalia et angulos eij iov ouf aequales, ej, iv, of parallelorum circulorum segmenta non quidem similia, sed aequalia tantum. Hic basis trianguli totius esset eiou, crus porro reliquum ux, è segmentis ei iv of compositum intelligatur". Unter der bisherigen Voraussetzung, dass nämlich die einzelnen Parallelkreise, zwischen denen jeweils ein Bogen der loxodromischen Curve verläuft, in gleichen und äusserst kleinen Abständen auf einander folgen, können je zwei solche Bögen als gleichgross angenommen werden. Die erwähnte Distanz wird gelegentlich auf eine Minute fixirt 59). Hiemit ist denn ein Theil der histiodromischen Aufgaben auf ebene Trigonometrie zurückgeführt; ist l die Bogenlänge eines Stückes der Curve, β der Schnittwinkel, so ist der Abstand der zugehöri-Breitenkreise gleich $l \cos \varphi$, oder wie es in der Vorlage heisst: „Ut radius ad quadrantem secantis anguli inclinationis datae loxodromiae: ita scrupula evariatae latitudinis, ad longitudinem loxodromiae optatam". Der 22. Satz ist der auf den Meridianen senkrecht stehenden Seite des loxodromischen Dreiecks gewidmet; von einer solchen als von einem Ganzen könne freilich nicht eigentlich die Rede sein („integrum simul imaginarium*) est"); als Element aufgefasst repräsentire dieselbe jedoch die Längendifferenz und führe deshalb mit Fug den Namen „*μηχοδυναμικόν.*"**). Nunmehr werden die loxodromischen Dreiecke im Zusammenhang betrachtet; hat man im Ganzen n äquidistante Parallelen, so kann

*) Wir registriren den Gebrauch des Wortes „imaginär," weil uns nicht bekannt ist, ob dasselbe in irgend welcher Ideenverbindung schon früher vorkommt. Das, was *Snellius* imaginär nennt, hat freilich in der Sprache unserer Integralrechnung eine weit sachlichere Bezeichnung gefunden.

**) *Kästner* führt dieses Kunstwort in der Form „latus mecodynamicum" auf *Christian Wolf* zurück 60), in dessen mathematischen Handbuch es den Betrag angiebt, um wieviel ein auf der Loxodrome fortsegelndes Fahrzeug nach Verlauf einer bestimmten Zeit direkt nach Ost oder West vom Anfangsmeridian sich entfernt hat. Indess ist es *Kästner* nicht entgangen, dass ein verwandter Begriff sich schon bei *Snellius* findet.

Tangenten versteht. Nach dieser Curve, w ...iecke verzeich-
Kreis sein kann, segelt ein Schiff, das ... ...ctiali ducatur, to-
hält; den zurückgelegten Weg misst m... ...upulis inde extremus
nachschleppenden Seiles (Log) und ...endifferenz b und dem
„Atque ita ex angulo confectae ... ...sche Seite *d* ermittelt wer-
tate, postea latitudinis et long... ...ersterer der loxodromische
Die hiebei verwendbaren m... ...*ellius* nimmt für den eigent-
die wünschenswerthe Ger... ...immer den spitzen). Nächstdem
Calcul den Vorzug, ... und gesuchten Stücke noch in anderer
sunt geometricis lir... vertauscht und die Lösungen mit Zahlen-
An der Sp... ...wobei jedoch *Snellius,* uneingedenk seines sonsti-
drome niemal... ...nicht blos mit Decimalen, sondern bei weitem
ihre charak... ...häufig recht complicirten, Brüchen rechnet.
sche F... ...nicht ohne Interesse, den Gang, welchen unser
sofor... ...solchen Rechnungsexempel befolgt, genauer kennen
ze... ...Man kennt für zwei im indischen Ocean gelegene
Orte die geographischen Constanten; die Molukkeninsel Bantam
liegt unter 6° 45′ lat. n., das afrikanische Vorgebirge Aguillas
unter 35° lat. s., in Länge liegen beide Punkte um 86° 50′ aus-
einander. Unter welchem Winkel muss ein von jenem Cap aus-
laufender Schiffer seinen Schiffskiel gegen die Nord-Südrichtung
einstellen, um ohne Cursveränderung nach Bantam zu gelangen?
Der direkte Breitenunterschied macht in diesem Falle 41° 45′
resp. 2505 Minuten aus. Nunmehr tritt der schon früher 62) be-
wiesene Satz in Kraft: „Ut radius ad quadruplum summae secan-
tium inter datos parallelos inclusive comprehensorum; ita datorum
milliarium summae pars quota iisdem parallelis cognominis, ad
summam scrupulorum longitudinis, quanta singulis dictis miliaribus
accedit“; mit Hülfe desselben sind „tabulae canonicae parallelo-
rum“ berechnet, welche sich in einem Anhang über 28 Seiten er-
strecken, und diese werden jetzt zu Hülfe genommen, aus ihnen
geht im vorliegenden Falle das vierfache der Sekantensumme gleich
$10600^{45}/_{100}$ hervor. Alsdann gilt die ebenfalls vorher als richtig
nachgewiesene Proportion: Entsprechen auf dem einen begrenzenden
Parallelkreis zehn Meilen in Längenmass dem Winkel von $10600^{45}/_{100}$′,
so entsprechen $^{4915}/_{1000}$ Meilen der hier in Frage kommenden Längen-
differenz von 5210′. Hieraus ergiebt sich für den direkten Längen-
abstand ein Werth von $1231^{2075}/_{1000}$ Meilen, während der auf dem
Meridian gemessene Breitenabstand $626^1/_4$ Meilen ausmacht. Hat
endlich β den oben angedeuteten Sinn, so ist zum Schluss

$$\beta = \text{arc } tg \frac{6231^{2075}/_{10000}}{626^{1}/_{4}} = 63^{0}\,3',$$

angulus loxodromiae erit tantus“ 63).

liesem Problemcyklus, aus welchem wir ein an sich nicht nteressantes, wohl aber für die ganze Gattung typi- beispiel herausgehoben haben, endet der erste wissen- il, und es beginnt 64) „Histiodromices liber secun- axi: sive, de nauticae divinationis emendatione.“ sich, was von seinen Vorläufern vielleicht nicht eben- stimmt behauptet werden darf, darüber vollständig klar, dass es unendlich viele Loxodromen auf jeder Kugel giebt; für die seemännische Praxis aber genügt es, deren je sieben auf ein und denselben Quadranten zu rechnen und eventuell den von zwei derartigen Linien gebildeten Winkel selbst wieder in zwei oder vier Unterabtheilungen zerfällt zu denken. Auf dieser Voraussetzung beruhen die Rhumb-Tafeln oder wie sie hier heissen, „Loxodromici canones *προόχειροι*“, welche den zweiten Anhang der Schrift bilden. Für jeden der normativen Winkel liefern sie die zwischen dem Längenunterschied, dem Breitenunterschied und der in Meilen ausgedrückten loxodromischen Hypotenuse bestehende und aus den früheren Bestimmungen hervorgehende Relation. Um den Gebrauch des Tafelwerkes zu erläutern, geben wir nachstehend den Kopf und den Beschluss von Seite 47 wieder:

gr.	miliaria loxodrom.	miliaria mecodyn.	scr.	$4^{1}/_{2}$ miliaria loxodr.	miliaria mecody.	scr.	miliaria loxodr.	miliaria mecody.
1	23.6446	18.2775	1	3941	3046	31	12.2163	9.4834
2	47.2893	36.5551	2	7881	6092	32	12.6103	9.7480
3	70.9339	54.8327	3	1.1822	9139	33	13.0044	10.0527
4	94.5785	73.1102	4	1.5763	1.2185	34	13.3985	10.3573
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
			27	10.6399	8.2249	57	22.4622	17.3637
			28	11.0331	8.5296	58	22.8562	17.6683
			29	11.4280	8.8342	59	23.2503	17.9729
			30	12.8222	9.1388	60	23.6446	18.2776

Hier bedeutet $4^{1}/_{2}$ den Winkel, welchen die in gleicher Entfernung von 4 und 5 eingeschaltete Loxodrome mit dem Meridian bildet,

also einen Winkel von ($45^0 + {}^{45}/_8{}^0 = 50^5/_8{}^0$). Suchen wir für diesen Fall den einer Breitendifferenz von $2^0\,58'$ zugehörigen loxodromischen und Längenabstand, so erhalten wir aus unserem Verzeichniss resp. für 2^0 47,2893 und 36,5551 Meilen, für 58′ 22,8562 und 17,6683 Meilen, somit hat ein loxodromisches Dreieck, dessen Meridiankathete $2^0\,58'$ beträgt, eine Hypotenuse von (47,2893 + 22,8562 = 70,1455) Meilen Länge und eine Aequatorkathete von (36,5551 + 17,6683 = 54,2234) Meilen Länge; letzterer Werth ist dann im Bedürfnissfall erst wieder in Bogenmass umzusetzen. Ist die Tafel relativ richtig berechnet — dass sie es absolut nicht sein kann, leuchtet von selbst ein — so müssen miliaria loxodromica und miliaria mecodynamica resp. gleichgross ausfallen, man mag sie für $(n-1)^0$ oder für n^0 60 scrupuli aufsuchen, und einzelne Stichproben zeigen uns, dass dem auch in der That so sei.

Von grossem allgemeinen Interesse für die Geschichte der Nautik wie auch der terrestrischen Physik sind die Angaben, welche *Snellius* über die Anlage und Führung guter Schiffstagebücher macht 65). Aus einem solchen sollen zu ersehen sein: die Länge des zurückgelegten Weges, die magnetische Abweichung und Neigung, die beobachteten Breiten, die Windrichtungen und Windintensitäten, die Temperaturen u. s. w., sowie selbstverständlich auch alle Nachrichten über geographische Wahrnehmungen darin niederzulegen sind. Insbesondere den erdmagnetischen Constanten ist Gewicht beizulegen, denn nach *Snellius*' Ansicht, welcher auch *Stevin* und bis zu einem gewissen Grade der berufenste Kenner, *A. v. Humboldt* 66), huldigten, kann deren Kenntniss zur Auffindung der Meereslänge dienen. Was nun die Schifffahrt selbst anlangt, so kann dieselbe „einfach" oder zusammengesetzt sein; Ersteres findet statt, wenn man unverändert auf der nämlichen Loxodrome, die natürlich auch in einen Mittags- oder Parallelkreis degeneriren kann, verharrt, letzteres, wenn das Schiff seinen Curs mehrmals ändert. Es wird gelehrt, dass und wie man durch combinirte Beobachtungen der Polhöhe, der Inklinationsnadel und des Logs sich über den Ort auf dem Meere vergewissern könne, — interessante Betrachtungen, die jedoch für unseren Zweck blos eine sekundäre Bedeutung beanspruchen können. Die zusammengesetzten Curse werden im Allgemeinen häufiger vorkommen, als die einfachen, da sowohl vorspringende Festlandmassen, als auch

wechselnde Luftströmungen dem Innehalten einer bestimmten loxodromischen Richtung sich hinderlich erweisen. Ein Beispiel 67) dient zur Erläuterung dieser Thatsache. Wer von Holland's Küste unter dem Parallel von 52^0 lat. n. nach Cadix gelangen will, wird zunächst die fünfte westliche Loxodrome benützen müssen, bis er das Ptolemäische Cap Gobarum in der Bretagne erreicht hat, das unter $48^1/_2{}^0$ lat. n. gelegen ist. Von dort wird er eine dem Meridian näher gelegene Curve zu wählen haben, um auf die Höhe von Cap St. Vincent zu kommen ($37^1/_2{}^0$ lat n.), und nun wird ihn die siebente Loxodrome direkt den unter $36^1/_3{}^0$ lat. n. belegenen Säulen des Herkules zuführen. Dass die für die einfache Schifffahrt aufgestellten Regeln auch diesen allgemeineren Fall mit umfassen, ist klar; sie müssen eben auf jede der Einzelstrecken, in welche der gebrochene Schiffscurs zerfällt, von Neuem angewendet werden. Eine sauber ausgestattete Figurentafel führt uns eine neunmal gebrochenen Route vor, deren einzelne Bestandtheile sorgfältig ausgemittelt werden. —

Wir sind mit unserer Analyse des „Tiphys Batavus" zu Ende und glauben durch dieselbe unsere aufängliche Behauptung erhärtet zu haben, dass nämlich dieses Werk als ein abschliessendes und grundlegendes Compendium all' derjenigen Theile der Navigationslehre zu betrachten sei, welche nicht von der Beobachtung des gestirnten Himmels abhängen. Zumal die Lehre von der loxodromischen Curve, welche nun endlich auch einen sachgemässen Namen empfangen hat, hat bei *Snellius* eine so vollendete Gestalt erhalten, als ohne Zuziehung des Infinitesimalen überhaupt angängig war, und die loxodromische Praxis der Schiffer, für die jene später zu besprechenden theoretischen Errungenschaften doch mehr oder weniger transscendent waren, ist noch auf lange Jahre hinaus auf dem von dem geistvollen Holländer erreichten Standpunkt stehen geblieben. Die irrige Anahme, dass sämmtliche loxodromische Elementardreiecke dieser ihrer Kleinheit halber durchaus congruent sein müssten, involvirte eine Reihe von Fehlerquellen, welche nur durch den glücklichen Umstand, dass die Meerschifffahrt vorwiegend mittlere und tropische Breiten umspannte, theilweise paralysirt worden sein können. Nordpolfahrer möchten mit dem *Snell*'schen Kanon manch' schlimme Erfahrung gemacht haben. Allein solche Erwägungen dürfen uns nicht hindern, von *Snellius* die moderne Form der loxodromischen Theorie und Schiffsrechnung

zu datiren. Völlig unbegreiflich ist es, wie *Bouguer* 68) sich zu dem harten Urtheil veranlasst sehen konnte: „Snellius donna son Tiphys Batavus en 1624: ce livre est écrit d'une manière tres-obscure, qui ne nuisit pas à la grande réputation que l'auteur méritoit par ses autres ouvrages." Wir haben diess nicht finden können; der Leser, der unsere Analyse kennt, ist hoffentlich derselben Ansicht, wie wir, und so freuen wir uns, ein scheinbar verbreitetes Vorurtheil, welches das Buch des niederländischen Forschers betraf, zerstört und zu gerechterer Anerkennung seiner Verdienste Einiges beigetragen zu haben.

§ 9. Nicht gerade originell, doch aber jedenfalls erwähnenswerth sind jene gelegentlichen Hinweisungen auf unseren Gegenstand, welchen wir in mathematischen und geographischen Werken des siebzehnten Jahrhunderts begegnen. In *Alsted*'s Encyklopädie, einer Gesammtdarstellung alles gelehrten Wissens jener Zeit, ist der loxodromischen Lehre ein eigener Abschnitt 60) eingeräumt, und auch *Herigone* in seinem trefflichen Compendium liefert einen Abriss derselben sammt Tafeln 70). Dass der Jesuit *Fournier*, der Erste, der ein wissenschaftliches Gebäude aller auf die See und das Seewesen bezüglichen Lehren aufzurichten sich bestrebte, es auch in diesem Punkte nicht an sich habe fehlen lassen, leuchtet von selbst ein. Er lehrt sowohl die Verzeichnung der reducirten Karten, als auch die theoretische Grundlage dieser Construktion 71), er zuerst hebt es mit der nöthigen Schärfe hervor, dass das einzelne loxodromische Dreieck, über dessen wahres Wesen selbst ein *Snellius* noch nicht völlig im Klaren sich befand, unendlich klein angenommen werden müsse. Auch *Varenius*, der berühmte Verfasser der ersten „vergleichenden Geographie", giebt von unserer Disciplin soviel, als für seinen engeren Zweck nothwendig erschien 72); indess ist es uns als ein geradezu auffälliger Umstand einer Bemerkung würdig erschienen, dass *Varenius* als Geograph seine Definition der loxodromischen Curve in weit präciserer Weise formulirt, als es die Mehrzahl der zeitgenössischen Mathematiker thut. Mit Nachdruck erklärt er, dass jene keine einfach gekrümmte Curve sein könne, dass keine vier consekutiven Punkte derselben ein und derselben Ebene angehören. Ohne besonderes Interesse ist die analoge Behandlung der Sache bei *Deschales* 73). Hingegen bei einem andern Vielschreiber dieser compilationslustigen Periode, bei *Riccioli*, stossen wir auf eine mehr selbstständige

Auffassung. Auch er stellt der Schifffahrt auf dem Hauptkreis diejenige auf der Loxodrome gegenüber, wie wir ein Gleiches bei *Stevin* sahen: „navigatio sphaerica circularis, seu brevissima per circulum eundem maximum, requirit perpetuam fere, aut frequentem mutationem rhombi, quae majorem peritiam geometriae sphaericae supponit, paucis naucleris concessam", während bei der anderen, der loxodromischen, Manier, es darauf ankommt 74): „Per quas lineas, et circulos navigetur, aut navigari possit, sequendo eundem verum rhombum." Dem Schiffer steht es frei, sich für eine der beiden Methoden zu entscheiden 75): „Extra meridianum aequatoremque hujusve parallelos naviganti necesse est subinde natare lineam Rhombi, si velis navigare per eundem circulum maximum aut subinde mutare circuli maximi, si velis retinere eandem lineam Rhombi, et Loxodromicam, seu obliquam viam persequi." Die Definition *Riccioli*'s zeugt für seine richtige Verbindung theoretischer Strenge und Berücksichtigung praktischer Interessen: „Linea totius itineris, per quam navis extra meridianum, aequatorem, hujusve parallelos sequendo eundem rhombum continuè fertur, non est circularis, sed practicè, ac physicè composita est ex pluribus diversorum magnorum circulorum segmentis, licet theoricè, et geometricè debetur esse una curva linea ad helicis formam inflexa." Auch *Riccioli* hat an des *Snellius* Buche die generelle Ausstellung zu machen, dass darin die loxodromischen Dreiecke ihrem wahren Charakter nach nicht ausreichend scharf gekennzeichnet sind; aus diesem Grunde lautet seine neunte Proposition so: „Loxodromia est instar basis trianguli plani rectanguli ad sphaerae superficiem applicati, cujus crus unum sit distantia parallelorum, inter quos intercipitur, si parva sit." Dass letzterer Zusatz im Hinblick auf *Snellius* hinzügefügt worden sei, wird ausdrücklich bemerkt.

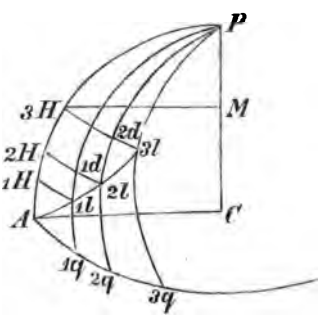
Die erwähnten Schriftsteller zeigen sich theilweise auch mit dem Wesen der reducirten Seekarten vertraut, wie denn überhaupt gegen das Ende des bisjetzt behandelten Zeitabschnittes — man könnte ihn wie auf so manchem mathematischen und philosophischen Gebiete den vor-Leibnitz'schen nennen — wenigstens die eigentlichen Gelehrten die Grundsätze von *Mercator*'s grosser Erfindung sich angeeignet hatten. Freilich klagt *Bouguer* darüber, dass noch 1618 *Nicolaus Bon* und 1630 *Adrian Metius* eine auffallende Unwissenheit diesen Dingen gegenüber an den Tag legten 76),

allein um die Mitte des Jahrhunderts scheint allenthalben eine Wendung zum Besseren eingetreten zu sein.

§ 10. Man weiss, dass seit Erfindung seines neuen Calculs *Leibnitz* unermüdlich darauf bedacht war, die Vorzüge desselben an immer neuen Problemen zu illustriren. Kaum irgend ein zweites konnte nach dieser Richtung hin eine günstigere Perspektive gewähren, als dasjenige der Loxodrome. Was die Geometrie der Alten, in Verbindung mit den verbesserten Rechnungsmethoden der Neuzeit, nur immer zu leisten im Stande war, das hatte sie unter den Händen eines *Nunez, Stevin* und *Snellius* geleistet; und ohne gründliche Befruchtung mit Ideen von principieller Neuheit war ein Fortschritt für diese ganze Doctrin nicht mehr zu erwarten. Wir haben uns bei unserem kritischen Ueberblick die Ueberzeugung verschafft, dass eben gerade in dem Mangel einer richtigen Auffassung des Unendlichkleinen diese Stagnation ihren Grund hatte, und so konnte es nicht fehlen, dass die Initiative eines *Leibnitz* gerade den Nerv der Sache treffen musste. Schon frühzeitig, im Jahre 1693, sehen wir ihn die Discussion der Loxodrome als Anhang zu einer Untersuchung von anderweiter Tendenz 77) veröffentlichen.

Vom Punkt A des Aequators geht (Fig. 7) eine Loxodrome aus, welche die Meridianquadranten $P1q$, $P2q$, $P3q$ resp. in $1l$, $2l$, $3l$ schneidet. Durch diese drei Punkte sind Parallelkreise $1l1H$, $2l2H$, $3l3H$ gelegt, welche selbst wieder mit den Quadranten $P1q$ und $P2q$ die Punkte $1d$, $2d$ gemein haben. Dann ist $\triangle 1l1d2l \backsim \triangle 2l2d3l$*); „ergo $1l2l$ quantitas rhombicae percursae seu itineris in eodem rhombo, est ad $1H2H$, differentiam latitudinis extremorum, ut sinus totus ad anguli rhombici sinum". Der Radius oder Sinus totus wird gleich 1 gesetzt,

Fig. 7.



*) Man erkennt den wesentlichen Unterschied zwischen der richtigen und der vordem angewandten falschen Infinitesimalmethode darin, dass erstere die verschiedenen charakteristischen Dreiecke blos als ähnlich betrachtet, letztere dagegen als congruent.

die Tangens des constanten loxodromischen Winkels gleich b; alsdann hat man folgende Kette von Proportionen:

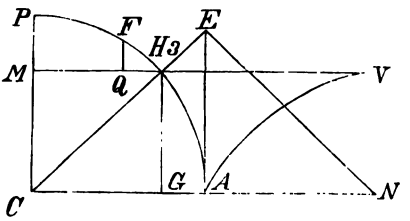
$$\frac{1d2l}{1d1l} = \frac{2d3l}{2d2l} = \frac{b}{1}; \quad \frac{1H2H}{2H3H} = \frac{1l1d}{2l2d}.$$

Ferner hat man

$$\frac{2q3q}{2d3l} = \frac{AC}{3HM} = \sin 3HCP,$$

indem aliquote Bestandtheile von Parallelkreisen sich wie ihre Halbmesser verhalten. Der weiteren Untersuchung liegt eine eigene Figur, unsere Fig. 8, zu Grunde. *Leibnitz* denkt sich, wenn $3H$, A, C, M und P im Sinne von Fig. 7 fortgebraucht werden, in A eine Tangente an den Viertelskreis gezogen, hierauf den Radius $C3H$ über $3H$ hin aus so lange verlängert, bis die Tangente in E getroffen wird, und nun einen $\angle CEN = 90^0$ in E an CE angelegt.

Fig. 8.



Auf $3HM$ sei ein geradliniges Element $3HQ$ genommen und in Q eine Normale QF bis zur Kreisperipherie gezogen, dann ist das endliche Dreieck CEN („triangulum ordinarium") dem Differentialdreieck $3HQF$ („triangulum characteristicum inassignabile") ähnlich, und es folgt

$$ndh \equiv CE.3HF = CN.QF,$$

wo die Bedeutung von n und dh sofort in die Augen fällt. CM als Sinus der geographischen Breite soll e heissen, dann ist $QF = de$ und

$$CN = MV = \frac{1}{1-ee};$$

der Buchstabe V ist da gesetzt, wo der loxodromische Curvenzug die verlängerte $M3H$ durchschneidet. Setzt man diese Werthe in ndh ein, so wird das gemischtlinige Viereck

$$ACMV = \int ndh = \int \frac{de}{1-ee},$$

und um den Bogen $A3q$, welcher auf dem Aequator den Anfangs-

und Endpunkt der Loxodrome markirt, zu finden, hat man nur noch mit b zu multipliciren, so dass

$$\text{arc } A3q = b\int \frac{de}{1-ee} = \frac{be}{1} + \frac{be^3}{3} + \frac{be^5}{5} + \cdots$$

wird. Sucht man den zu zwei willkürlichen loxodromischen Punkten gehörigen Längenunterschied, etwa $1q3q$, unter Voraussetzung des bekannten Breitenunterschiedes $1H3H$, so hat man nur die vorige Formel zweimal anzuwenden und die bezügliche Subtraktion anzuwenden; versteht man resp. unter e und (e) die Sinusse der durch die Punkte $3l$ und $1l$ bestimmten Breitenwinkel, so resultirt

$$\frac{1}{b}\text{arc } 1q3q = \frac{e-(e)}{1} + \frac{e^3-(e)^3}{3} + \frac{e^5-(e)^5}{5} + \ldots$$

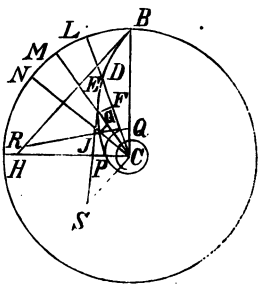
Diese letztere Reihe also ist es, auf welche sich im Wesentlichen alle loxodromischen Aufgaben zurückführen lassen. „Veluti si data differentia longitudinis et latitudinis locorum quaeras rhombum seu angulum rhombicae lineae ab uno ad alium ducentis: Nam tangens anguli quem rhombus quaesitus facit ad meridianum, est ad sinum totum, ut arcus differentiae longitudinum est ad logarithmum hyperbolicum dictae rationis, seu ad $\frac{e}{1} + \frac{e^3}{3} + \frac{e^5}{5}$ etc.“

Eine kurze Andeutung, wie mit Hülfe der entwickelten Principien Karten in *Mercator*'s Projektion — dieser Name selbst wird übrigens nicht genannt — zu entwerfen wären, beschliesst die inhaltsvolle Abhandlung. Die Geschichte der reinen Mathematik hat von derselben unseres Wissens noch wenig Notiz genommen, und doch verdient sie auch unter diesem Gesichtspunkt vollste Beachtung. Wir treffen hier das für die frühere Periode der Infinitesimalrechnung charakteristische Bestreben, alle Probleme auf die Berechnung von Arealen zu reduciren, wir sehen, wie die richtige Verwerthung der Begriffe des Unendlichkleinen und der unendlichen Reihe gewisse Fragen fast spielend erledigt, an welchen der mathematische Scharfsinn früherer Generationen Schiffbruch gelitten hatte. Bemerkt mag auch die eigenthümliche Verwendung der doppelten Indices werden, auf deren Erfindung *Leibnitz* bekanntlich mit Recht 78) ein grosses Gewicht legte, welche hier jedoch in einer weit weniger bequemen Form auftreten, als bei mancher anderen Gelegenheit.

§ 11. In die Fusstapfen seines grossen Freundes und Zeit-

genossen trat *Jakob Bernoulli*. Er lieferte in der nämlichen Zeitschrift 79) ebenfalls eine Theorie der loxodromischen Linie auf infinitesimaler Grundlage, indem er jedoch sein Hauptaugenmerk solchen Detailfragen zuwandte, welche von *Leibnitz* nicht berücksichtigt worden waren. *Bernoulli*'s Zeichnung der um den Pol *C* (Fig. 9) sich herumschlingenden Loxodrome ist — entgegengesetzt den perspektivischen Abbildungen aller seiner Vorgänger — eine orthographische Polarprojektion, so dass der Aequator die sichtbare Hemisphäre von der unsichtbaren trennt und sämmtliche Meridianquadranten *CB, CL, CM, CN, CH* in Aequatoreal-Halbmesser sich verwandeln. Die Curve schneidet die erwähnten Quadranten resp. in *B, D, E, J, P; PQ, JG, EF* sind Theile der durch jene Punkte gelegten Parallelen; die Tangenten *BR, ES* haben für uns blos den Nutzen, die Fortschreitungsrichtung der Curve anzugeben. Die erste Abtheilung des Aufsatzes beschäftigt sich mit der Länge der Loxodrome: „Descriptis arcubus aequatori parallelis *FE, GJ, PQ,* ut prius erit haud absimiliter, Sinus totus ad secantem ang. *FDE* :: *DF*. *DE* : : *EG*. *EJ* :: *DF* + *EG* etc. *DE* + *EJ* etc: hoc est, arcus meridiani *DQC* ad longitudinem loxodromiae *DJPC* et ita quoque arcus *DQ* seu differentia locorum *D* et *P,* ad partem loxodromiae *DJP* his locis interjectum." Alsdann wird gezeigt, wie aus Rhumb-Winkel und Längendifferenz die Breitendifferenz erschlossen werden könne: „Hinc ratio perspicitur constructionis tabulae, quam vocant latitudinum crescentium"; betreffs des eigentlichen Arrangements solcher Tafeln wird auf *Snell* und *Deschales* verwiesen. Zuletzt wird die Quadratur der Loxodrome vorgenommen, das „spatium loxodromicum" bestimmt 80), worunter man jenen Theil der Kugelfläche versteht, welchen ein Meridian mit dem Aequator und der Loxodrome einschliesst.

Fig. 9.



Auf das eine der bereits von ihm behandelten Probleme ist *Bernoulli* späterhin in einer Gelegenheitsschrift 81) zurückgekommen. Soll aus dem Rhumb-Winkel und der Breite des Endpunktes des letzteren Länge ermittelt werden, wobei die Loxo-

drome als vom Aequator ausgehend gedacht wird, so ist, wenn α jenen ersten Winkel, β die Breite, λ die Länge vorstellt, bei *Bernoulli*

$$d\lambda = \frac{tg\alpha \; d(1 - tg^1/_2 (90^0 - \beta))}{tg\, ^1/_2 (90^0 - \beta)}.$$

Im gleichen Jahre endlich erfand und beschrieb er einen Proportionalzirkel für Schiffer 82), welcher für einen gegebenen loxodromischen Winkel die zwischen Länge und Breite bestehende Relation zum Ausdruck bringen und es solchergestalt ermöglichen sollte, zu zweien dieser Stücke sofort das dritte hinzuzufinden. *Kästner*'s Angaben zufolge ist dieses Instrument jedoch niemals in allgemeineren Gebrauch gekommen.

Von anderen Mitgliedern der Familie *Bernoulli* ist es nicht bekannt, dass sie speziell an den Forschungen über den geometrischen Charakter der Schifffahrtscurve theilgenommen hätten. Auf ein theilweise verwandtes Gebiet verfiel jedoch *Johann Bernoulli* der Aeltere bei Verabfassung seines damals berühmten Werkes über die Lenkung der Schiffe 84), in welchem er eine Reihe von Aufgaben behandelt, welche die Kenntniss der loxodromischen Curve zur Voraussetzung haben. Von der Art und Weise jener mag nachstehende Problemstellung einen Begriff geben, welche einem zeitgenössischen Auszug 85) aus jener Monographie entnommen ist: „Aus dem gegebenen Rhombo und der Inclinirung des Windes mit dem Rhombo zu finden, wie das Seegel und der Wind gegen den Kiel solle geneigt seyn, dass man in der Loxodromie mit der grösten Geschwindigkeit, so von erwehnter Krafft zu holen, fortseegle". Bei dieser Gelegenheit erwähnen wir gleich des auffälligen Umstandes, dass *Leonhard Euler* das Thema *Bernoulli*'s wieder aufgenommen und alle auf Windstoss, Wasserdruck und günstigste Steuerung bezüglichen Fragen in ausführlichster Weise behandelt hat 86), ohne einmal das Wort „Loxodrome" zu nennen, wie er denn dieser Curve auch keine einzige seiner so überaus zahlreichen Abhandlungen gewidmet zu haben scheint.

Als eine populäre Darstellung dessen, was der Tiefsinn der grossen Analytiker zu Tage gefördert hat, ist das bezügliche Kapitel in *Wolf*'s grossem mathematischen Handbuch anzusehen 87). Nicht minder wird allda Einrichtung und Gebrauch der loxodromischen Tabellen auseinandergesetzt 88). Um von der Beschaffenheit gewisser Tafeln, wie sie ebenfalls wesentlich unter dem Einflusse der *Wolf*'schen Schule in Deutschland sich einbürgerten,

ein Bild zu geben, lassen wir im folgenden ein Stück der „tabula hydrographica", wie sie das eben auch unter *Wolf*'s Auspicien in's Leben getretene mathematische Wörterbuch enthält, abdrucken 89):

Ang. Vent. cum carin.	Angul. Venti cum Loxod.	Angul. Deviationis.	Ang. Veli cum carin.	Logarithm. □ticeleritatis.	Ang. Vent. cum carin.	Angul. Venti cum Loxod.	Angul. Deviationis.	Ang. Veli cum carin.	Logarithm. □ticeleritatis.
0°	0	0	90	4.0000000	0	0	0	90	4.0000000
1	2.55	3.55	91	4.0019658	41	15.14	25.46	131	3.9087431
2	3.31	5.31	92	4.0037678	42	15.51	26.9	132	3.9648659
3	3.47	6.45	93	4.0079890	43	16.27	26.33	133	3.9507973
4	3.45	7.41	94	4.0083962	44	17.3	26.57	134	3.9507865

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Man constatirt leicht den Unterschied dieser gegen andere Tafeln von verwandter Bestimmung. Man kann aus denselben, sowie man den loxodromischen Winkel kennt, die Geschwindigkeit des Schiffes abnehmen und aus diesen beiden Daten, wenn letztere für ein bestimmtes Zeitintervall gleichförmig angenommen wird, sowohl die Länge des beschriebenen Weges als auch den Fortschritt in Länge und Breite berechnen. Um möglichste Vollkommenheit zu erzielen, empfahl sich also eine Combination beider Tafel-Formen. —

Wir sind, um nur einem in der Sache selbst begründeten Gedankengange treu zu bleiben, von der chronologischen Entwickelung ein wenig abgekommen. Zurückgreifend müssen wir unseren Blick jetzt von Deutschland nach England wenden, wo der gerade damals zu hoher Blüthe entfaltete geometrische Geist auch auf diesem Felde eine ganze Reihe eigenartiger und nützlicher Ergebnisse in's Leben zu rufen begonnen hatte.

§ 12. Jedermann weiss, dass um die Wende des siebzehnten Jahrhunderts neben der rein analytischen Methodik, mittelst deren man auf dem Festland der Curvenlehre ihre Geheimnisse abzuzwingen sich bemühte, in England eine mehr synthetische Richtung herlief, die eben in des grossen *Newton* mathematischen Grundlagen der Naturphilosophie ihren reinsten und grossartigsten Ausdruck fand. Es konnte nicht fehlen, dass auch die britischen Geometer die gerade für ihr Vaterland praktisch wichtige Lehre

von der loxodromischen Linie mit Eifer aufnahmen; dieser Paragraph ist dazu bestimmt, ihre bezüglichen Leistungen zu sammeln und die geschichtliche Darstellung dieser in sich abgeschlossenen Richtung geistiger Thätigkeit einstweilen soweit zu führen, dass der synchronistische Parallelismus, über welchen wir uns durch zwingende innere Gründe einigermassen hinausgeführt sahen, möglichst wiederhergestellt werde.

Einer Angabe *Halley*'s zufolge 90) war um die Mitte des siebzehnten Jahrhunderts das mathematische Interesse für diesen Gegenstand dadurch geweckt werden, dass ein gewisser *Bond* in seinem Nachtrag zu *Norwood*'s Navigationskunde die gelegentliche Bemerkung machte, „that the Meridian Line was Analogous to a Scale of Logarithmick Tangents of half the Complements of the Latitudes." *Mercator*, der durch seine Quadratur der Hyperbel kaum minder berühmt gewordene Namensvetter des Kartenzeichners, und *Collins* lenkten die allgemeine Aufmerksamkeit auf diesen Satz, dessen Beweis sie für äusserst schwierig hielten. Dennoch gelang derselbe bald nachher dem älteren *Gregory* 91); die von ihm ausgemittelte „analogia inter lineam meridianam planisphaerii nautici et tangentes artificiales, geometrice demonstrata" wird freilich nach *Halley*'s Urtheil (a. a. O.) durch die unübersichtliche Form der Beweisart sehr verdunkelt, welche Proportionen auf Proportionen häufe und so den Leser ermüde, ehe er noch zum eigentlichen Kern der Sache durchgedrungen sei — ein Tadel, der sich freilich gegen die überwiegende Anzahl englischer Arbeiten aus dem geometrischen Fache in damaliger Zeit erheben lässt. Umfassender und treffender bearbeitete zuerst *Wallis* die plötzlich zu solcher Wichtigkeit gelangte Frage.

Wie uns derselbe in seinem grossen algebraischen Hauptwerke erzählt 92), welchem er die bereits früher erschienene Abhandlung 93) als ein eigenes Kapitel („De Charta Nautica, ut à Cl. Viro Edwardo Wright emendata: Et Meridianorum ibidem Divisione Simulque de Secantium et Tangentium Collectione Dissertatio") einverleibte, war für ihn die Anregung zu deren Abfassung eine ganz zufällige: ein praktischer Seemann hatte ihm seine eigenen Ansichten mitgetheilt, und da sich dieselben in mehrfacher Hinsicht als irrig erwiesen, so sah sich *Wallis* veranlasst, dieselben durch eine wirklich correkte Theorie zu ersetzen. Er sendet eine kurze allgemeine Uebersicht über seine Art und Weise, die höheren

Curven zu untersuchen, voraus, erwähnt sodann, dass *Wright*'s — resp. *Mercator*'s — Projektionsmanier darauf hinauslaufe, die Erdkugel central auf einem derselben längs des Aequators umbeschriebenen Cylinder abzubilden und diesen schliesslich in eine Ebene aufzurollen, bespricht eingehend die *Wright*'sche Sekantenregel, zu deren richtiger Anwendung nach *Oughtred*'s Meinung eine schärfere Eintheilung der Bögen als blos in Minuten und Sekunden erforderlich sei, und geht endlich auf den analytischen Theil der Frage ein. Indem wir seine unbehülflichen Bezeichnungen mit den unsrigen vertauschen, stellen wir fest, dass *Wallis* für einen beliebigen Winkel φ und Kreisradius r zuerst die Relationen

$$\sec\varphi = \frac{r^2}{\cos\varphi},\quad tg\varphi = \frac{r\sin\varphi}{\cos\varphi}$$

anschreibt; alsdann theilt er den einen der beiden den Winkel einschliessenden Radien in unendlich viele unendlich kleine Theile („quarum quaelibet sit $\frac{1}{\infty}r$, pars radii infinitesima" 94)) und nimmt die von den Theilpunkten bis zum Kreisumfang errichteten Senkrechten, die Sinusse der fortschreitenden Breiten, als in arithmetischer Progression stehend an, eine unter den obwaltenden Umständen gerechtfertigte Voraussetzung. Da nun weiter die Proportion

$$\sin\varphi : tg\varphi = r^2\sec\varphi : \frac{r^3}{r^2-\sin^2\varphi}\ ^{*)}$$

besteht, so kann mittelst fortgesetzter Division des letzterwähnten Buches und für $r=1$

$$\sec^2\varphi = 1+\sin^2\varphi+\sin^4\varphi+\sin^6\varphi+\ldots$$

gesetzt werden. Die Integration ergiebt

$$tg\varphi = \int\sec^2\varphi\,d\varphi = \sin\varphi + {}^1/_3\sin^3\varphi + {}^1/_5\sin^5\varphi + {}^1/_7\sin^7\varphi+\ldots,$$

also ebenfalls jene unendliche Reihe, deren Convergenz *Wallis*, wenn auch nicht gerade genügend, nachweist. Hievon wird dann die Schlussanwendung für die nautische Kartographie gemacht: „Ut radius toties sumptus ad aggregatum secantium eousque sic erit arcus aequatoris (aequalis arcui latitudinis propositae) ad

*) Diese Proportion nimmt in der uns geläufigeren Schreibweise die einfachere Form der identischen Gleichung an

$$\sec^2\varphi = \frac{1}{1-\sin^2\varphi}.$$

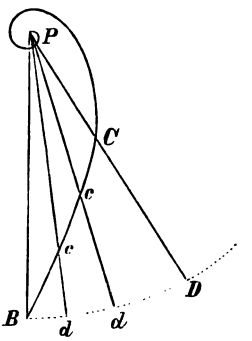
distantiam paralleli (latitudinem illam in charta designantis) ab aequatoris linea. Quod erat inquirendum". Der oben benützte bekannte Satz, dass die Tangente das Integral des Sekantenquadrates sei, wird von *Wallis* in einer Nachschrift „Collectio tangentium" 95) betitelt, weitläufig abgeleitet.

Die bislang von uns besprochenen Untersuchungen nahmen auf die loxodromische Theorie im engeren Sinne nicht eigentlich Bezug, vielmehr müssen wir sie derselben nur insoferne zurechnen, als dadurch eine der wichtigsten Fragen, unter welchen Umständen jene Curve doppelter Krümmung sich in eine Gerade verwandelt, indirekt aufgeklärt wurde. *Halley* nun will im Grunde auch nur das in vollkommenerer Weise erreichen, was seine sämmtlichen Vorgänger angestrebt hatten, allein die Wahl der von ihm für diesen Zweck verwendeten Hülfsmittel wies sich als eine so glückliche aus, dass durch seinen Beitrag auch die Hauptsache selbst eine nicht zu unterschätzende Förderung empfing. Es handelt sich an und für sich nur um den Beweis des Satzes 96): „The Meridian Line is a Scale of Logarithmick Tangents of the half Complements of the Latitudes." Allein *Halley* führt ersteren nicht mit Hülfe sphärischer Construktionen, sondern er denkt sich die Figur, welche betrachtet werden soll, stereographisch auf die Aequator-Ebene projicirt, indem ja, wie er ausdrücklich erinnert, gleiche Winkel des Originals bei dieser Projektion auch in der Copie durch gleiche Winkel ersetzt werden. Die Idee zu der für diese Eigenschaft gegebenen Verifikation rührt nach des Autors Angaben von *Hooke* her. Da nun ferner die Rhumblinie auf der Kugel mit sämmtlichen Meridianen gleiche Winkel bildet und da jener Fundamentaleigenschaft zufolge diese Winkel sich nicht ändern, so ergiebt sich uns als Projektion der Rhumblinie eine Plancurve, welche sämmtliche von einem Punkte (der Projektion des Erdpoles) unter gleichen Winkelabständen auslaufenden Radienvektoren unter einem constanten Winkel durchschneidet. *Halley* bezeichnet diese Linie als „proportional spiral"; es ist dieselbe, welche kurze Zeit vorher *Jakob Bernoulli* entdeckt und unter dem Symbol „eadem mutata resurgo" verherrlicht hatte: die logarithmische Spirale. In der That folgt aus dem unendlich schmalen Dreieck, welches zwei benachbarte Radienvektoren r und $(r + dr)$ mit einander einschliessen, für den Fall eines gleichen Aussenwinkels und Innenwinkels sofort

$$\frac{r\,d\varphi}{dr} = \text{Const.}, \quad \frac{dr}{r} = \text{Const. } d\varphi$$

und als zugehörige Gleichung zwischen r und dem Argument φ die folgende $r = a^{\varphi}$. *Halley* hatte somit eine Wahrnehmung gemacht, welche *Chasles* 97) für wichtig genug hielt, um ihr einen Platz in seinem Werke einzuräumen. Der Beweis selbst für den eingangs erwähnten Lehrsatz gestaltet sich nun ziemlich einfach. Die Radienvektoren *PB, Pc, PC* (Fig. 10) sind die Tangenten der halben Breiten-Complemente, und dem Entstehungsgesetz der Curve gemäss verhalten sich die Längendifferenzen resp. Amplitudendifferenzen wie die Logarithmen der zugehörigen Tangentenverhältnisse. „But the Nautical Meridian Line is no other than a Table of the Longitudes, answering to each minute of Latitude, on the Rhumbline making an angle of 45 degrees with the Meridian. Wherefore the Meridian Line is no other than a Scale of Logarithmick Tangents of the half Compliments of the Latitudes."

Fig. 10.



Die Folgerungen, welche *Halley* aus seinem Theorem zieht, und welche sich auf eine rationelle Construktion der nautischen Tafeln beziehen, übergehen wir hier, da sie, obwohl in ihren zahlreichen Reihenentwickelungen von entschiedenem analytischem, so doch für unser Thema nur von untergeordnetem Interesse sind.*) Nur dessen wollen wir im Vorübergehen noch gedenken, dass *Halley* die in *Sir Jonas Moore*'s „Systeme of the Mathematicks" enthaltenen Tafeln als einen Fortschritt den *Wright*'schen gegenüber schildert. Besagtes Buch ist uns unzugänglich geblieben; indess werden ähnliche auch in einem anderen Werke dieses Schriftstellers gegeben, und zwar unter dem Namen 99): „A Table of Meridional Miles." Die ziemlich kurzgefasste Theorie erörtert zuerst die gewöhnliche rohe Routine des Schiffes, bei welcher, wie uns bekannt, loxodromischer Abstand, Längen- und Breitendifferenz

---

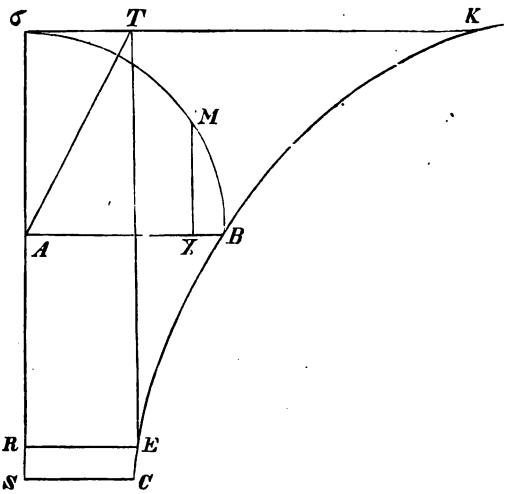
[1]) *Jakob Bernoulli* hatte den Studien *Halley*'s bereits in der Weise vorgearbeitet, dass er mit Hülfe der logarithmischen Linie ein Schema construirte, welches graphisch die von *Halley* rechnerisch angestrebten

die Seiten eines ebenen rechtwinkligen Dreieckes bilden, und setzt sodann auseinander 100), dass man, um die Hypotenuse nach *Mercator*'s Regeln richtig zu finden, eben von jener Tabelle Gebrauch machen müsse. Liegt z. B. der eine Endpunkt unter 47°, der andere unter 59° 36′ lat., so findet man allda für den ersten Winkel die Zahl 3202, für 59° 30′ 4460, für 59° 40′ 4487, woraus durch eine allerdings nicht ganz richtige Interpolation der dem

---

Zwecke erfüllen sollte. Er nennt dasselbe eine „loxodromische Skale" (Fig. 11). „Esto $BM\sigma$ circumferentia aequatoris in gradus suos et graduum minutias divisa; haec extendatur in rectam AS axem Logarith-

Fig. 11.



micae CBK, ejusque divisionibus ordine ab A adscribantur gradus longitudinum: tum sumto indefinite in circumferentia hac puncto M, bisectoque arcu $M\sigma$ per rectam AT occurrentem tangenti σK in T, ducatur ex T recta TE axi AS parallela, secans logarithmicam in E; ac denique ex E demittatur in axem perpendicularis ER; punctoque R adscribatur numerus graduum in arcu BM: sic habebuntur etiam gradus latitudinum; parataque erit scala loxodromica, quae primario inserviet rhumbo, cujus anguli tangens aequatur subtangenti logarithmicae." *Cramer*, der, wie gewöhnlich, seine Erläuterungen beifügt, bedient sich dabei eines Raisonnements, welches, wenn man ihm auch die bedeutenden formellen Fortschritte der letzten sechzig Jahre recht wohl anmerkt, doch sachlich ganz mit dem *Halley*'schen übereinstimmt. Vgl. auch *Perks*.

Winkel von $59^0\ 36'$ zugehörige Numerus gleich 4480 berechnet wird. Die Differenz (4480—3202) liefert dann die wahre loxodromische Entfernung 1278 Meilen, während die handwerksmässige Praxis den Werth 856 Meilen findet.

Auf *Halley*'s Entdeckung kam etliche Jahre später der geistvolle *Roger Cotes* zurück. Seine Idee, die Logarithmen graphisch mittelst der zugehörigen Spirale darzustellen, oder, wie er sich ausdrückt 101), „Logarithmorum canonem ad spiralem aequiangulam accomodare", klingt ersichtlich auch an diejenige *Jakob Bernoulli*'s an; in einem Scholium kommt er auch auf die Loxodrome zu sprechen. Unmittelbar aus der Definition des stereographischen Projicirens ergiebt sich ihm die Thatsache, dass die Entfernung eines jeden Curvenpunktes vom Pole der trigonometrischen Tangente des halben Winkels gleich ist, welchen sie mit der Axe bildet, d. h. mit jenem Halbmesser des Aequators, welcher die Loxodrome selber trifft.*)

In einer wiederum etwas entfernteren Beziehung zu unserer Hauptfrage, trotzdem aber ihr nahe genug, um von uns mit berücksichtigt werden zu müssen, steht eine ungefähr gleichzeitige Abhandlung von *Perks* 102). Die *Mercator*'sche Projektion wird von ihm als diejenige eingeführt, welche einem Breitengrade unter der Breite φ die Grösse gebe, dass er sich zu einem Aequatorgrade verhalte wie $sec\varphi$: 1. Die dem entsprechende Eintheilung der Meridiane, für welche *Wright* durch Summation der Sekanten von Minute zu Minute ein empirisches, *Wallis* (s. o.) durch Integration ein analytisches Verfahren angegeben, gedenkt er auf mechanisch-graphischem Wege zu leisten. Er bedient sich zu dem Ende eines Lineales, an dessen einem Ende — einigermassen den *Schlagintweit*'schen Skalenrädchen vergleichbar — ein der schmalen Kante angepasster Schieber aufsitzt; dasselbe wird an eine gerade Linie angelegt und alsdann so verschoben, dass der Endpunkt des Lineals stets an einer zu jener ersten senkrechten Geraden hingleitet; bei dieser Bewegung beschreibt der Schieber, resp. ein daran befestigter Zeichnungsstift eine krumme Linie,

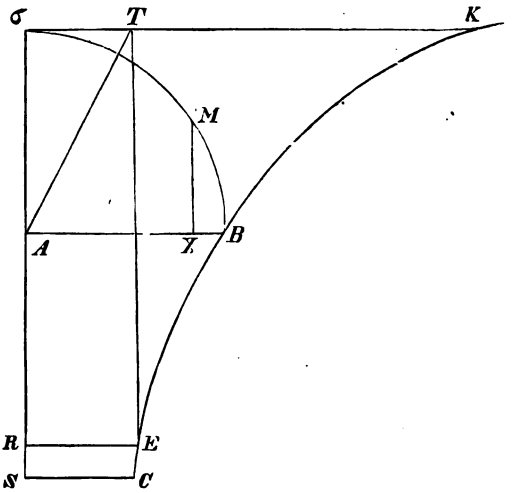
*) *Cotes* hat sammt den meisten anderen Betrachtungen dieses seines Essay über die Curvenlehre auch die oben berührte späterhin in sein bekanntes Werk „Harmonia Mensurarum" aufgenommen, ohne aber in der Art und Weise der einzelnen Entwickelungen irgendetwas zu ändern.

die Seiten eines ebenen rechtwinkligen Dreieckes bilden, und setzt sodann auseinander 100), dass man, um die Hypotenuse nach *Mercator*'s Regeln richtig zu finden, eben von jener Tabelle Gebrauch machen müsse. Liegt z. B. der eine Endpunkt unter 47^0, der andere unter $59^0\ 36'$ lat., so findet man allda für den ersten Winkel die Zahl 3202, für $59^0\ 30'$ 4460, für $59^0\ 40'$ 4487, woraus durch eine allerdings nicht ganz richtige Interpolation der dem

---

Zwecke erfüllen sollte. Er nennt dasselbe eine „loxodromische Skale" (Fig. 11). „Esto $BM\sigma$ circumferentia aequatoris in gradus suos et graduum minutias divisa; haec extendatur in rectam AS axem Logarith-

Fig. 11.



micae CBK, ejusque divisionibus ordine ab A adscribantur gradus longitudinum: tum sumto indefinite in circumferentia hac puncto M, bisectoque arcu $M\sigma$ per rectam AT occurrentem tangenti σK in T, ducatur ex T recta TE axi AS parallela, secans logarithmicam in E; ac denique ex E demittatur in axem perpendicularis ER; punctoque R adscribatur numerus graduum in arcu BM: sic habebuntur etiam gradus latitudinum; parataque erit scala loxodromica, quae primario inserviet rhumbo, cujus anguli tangens aequatur subtangenti logarithmicae." *Cramer*, der, wie gewöhnlich, seine Erläuterungen beifügt, bedient sich dabei eines Raisonnements, welches, wenn man ihm auch die bedeutenden formellen Fortschritte der letzten sechzig Jahre recht wohl anmerkt, doch sachlich ganz mit dem *Halley*'schen übereinstimmt. Vgl. auch *Perks*.

Winkel von $59^0\ 36'$ zugehörige Numerus gleich 4480 berechnet wird. Die Differenz (4480—3202) liefert dann die wahre loxodromische Entfernung 1278 Meilen, während die handwerksmässige Praxis den Werth 856 Meilen findet.

Auf *Halley*'s Entdeckung kam etliche Jahre später der geistvolle *Roger Cotes* zurück. Seine Idee, die Logarithmen graphisch mittelst der zugehörigen Spirale darzustellen, oder, wie er sich ausdrückt 101), „Logarithmorum canonem ad spiralem aequiangulam accomodare", klingt ersichtlich auch an diejenige *Jakob Bernoulli*'s an; in einem Scholium kommt er auch auf die Loxodrome zu sprechen. Unmittelbar aus der Definition des stereographischen Projicirens ergiebt sich ihm die Thatsache, dass die Entfernung eines jeden Curvenpunktes vom Pole der trigonometrischen Tangente des halben Winkels gleich ist, welchen sie mit der Axe bildet, d. h. mit jenem Halbmesser des Aequators, welcher die Loxodrome selber trifft.*)

In einer wiederum etwas entfernteren Beziehung zu unserer Hauptfrage, trotzdem aber ihr nahe genug, um von uns mit berücksichtigt werden zu müssen, steht eine ungefähr gleichzeitige Abhandlung von *Perks* 102). Die *Mercator*'sche Projektion wird von ihm als diejenige eingeführt, welche einem Breitengrade unter der Breite φ die Grösse gebe, dass er sich zu einem Aequatorgrade verhalte wie $sec\varphi$: 1. Die dem entsprechende Eintheilung der Meridiane, für welche *Wright* durch Summation der Sekanten von Minute zu Minute ein empirisches, *Wallis* (s. o.) durch Integration ein analytisches Verfahren angegeben, gedenkt er auf mechanisch-graphischem Wege zu leisten. Er bedient sich zu dem Ende eines Lineales, an dessen einem Ende — einigermassen den *Schlagintweit*'schen Skalenrädchen vergleichbar — ein der schmalen Kante angepasster Schieber aufsitzt; dasselbe wird an eine gerade Linie angelegt und alsdann so verschoben, dass der Endpunkt des Lineals stets an einer zu jener ersten senkrechten Geraden hingleitet; bei dieser Bewegung beschreibt der Schieber, resp. ein daran befestigter Zeichnungsstift eine krumme Linie,

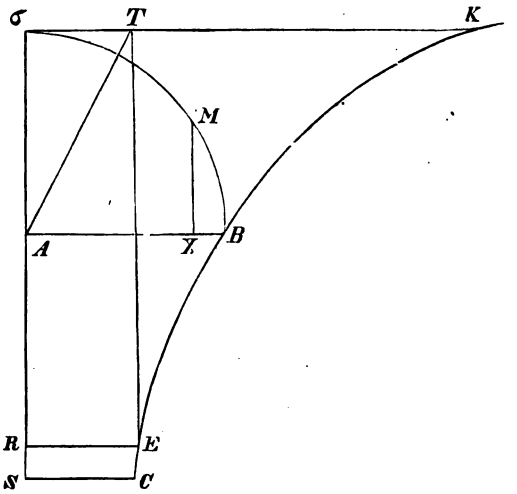
*) *Cotes* hat sammt den meisten anderen Betrachtungen dieses seines Essay über die Curvenlehre auch die oben berührte späterhin in sein bekanntes Werk „Harmonia Mensurarum" aufgenommen, ohne aber in der Art und Weise der einzelnen Entwickelungen irgendetwas zu ändern.

die Seiten eines ebenen rechtwinkligen Dreieckes bilden, und setzt sodann auseinander 100), dass man, um die Hypotenuse nach *Mercator*'s Regeln richtig zu finden, eben von jener Tabelle Gebrauch machen müsse. Liegt z. B. der eine Endpunkt unter 47^0, der andere unter $59^0\ 36'$ lat., so findet man allda für den ersten Winkel die Zahl 3202, für $59^0\ 30'$ 4460, für $59^0\ 40'$ 4487, woraus durch eine allerdings nicht ganz richtige Interpolation der dem

---

Zwecke erfüllen sollte. Er nennt dasselbe eine „loxodromische Skale" (Fig. 11). „Esto $BM\sigma$ circumferentia aequatoris in gradus suos et graduum minutias divisa; haec extendatur in rectam AS axem Logarith-

Fig. 11.



micae CBK, ejusque divisionibus ordine ab A adscribantur gradus longitudinum: tum sumto indefinite in circumferentia hac puncto M, bisectoque arcu $M\sigma$ per rectam AT occurrentem tangenti σK in T, ducatur ex T recta TE axi AS parallela, secans logarithmicam in E; ac denique ex E demittatur in axem perpendicularis ER; punctoque R adscribatur numerus graduum in arcu BM: sic habebuntur etiam gradus latitudinum; parataque erit scala loxodromica, quae primario inserviet rhumbo, cujus anguli tangens aequatur subtangenti logarithmicae." *Cramer*, der, wie gewöhnlich, seine Erläuterungen beifügt, bedient sich dabei eines Raisonnements, welches, wenn man ihm auch die bedeutenden formellen Fortschritte der letzten sechzig Jahre recht wohl anmerkt, doch sachlich ganz mit dem *Halley*'schen übereinstimmt. Vgl. auch *Perks*.

Winkel von $59^0\ 36'$ zugehörige Numerus gleich 4480 berechnet wird. Die Differenz (4480—3202) liefert dann die wahre loxodromische Entfernung 1278 Meilen, während die handwerksmässige Praxis den Werth 856 Meilen findet.

Auf *Halley*'s Entdeckung kam etliche Jahre später der geistvolle *Roger Cotes* zurück. Seine Idee, die Logarithmen graphisch mittelst der zugehörigen Spirale darzustellen, oder, wie er sich ausdrückt 101), „Logarithmorum canonem ad spiralem aequiangulam accomodare", klingt ersichtlich auch an diejenige *Jakob Bernoulli*'s an; in einem Scholium kommt er auch auf die Loxodrome zu sprechen. Unmittelbar aus der Definition des stereographischen Projicirens ergiebt sich ihm die Thatsache, dass die Entfernung eines jeden Curvenpunktes vom Pole der trigonometrischen Tangente des halben Winkels gleich ist, welchen sie mit der Axe bildet, d. h. mit jenem Halbmesser des Aequators, welcher die Loxodrome selber trifft.*)

In einer wiederum etwas entfernteren Beziehung zu unserer Hauptfrage, trotzdem aber ihr nahe genug, um von uns mit berücksichtigt werden zu müssen, steht eine ungefähr gleichzeitige Abhandlung von *Perks* 102). Die *Mercator*'sche Projektion wird von ihm als diejenige eingeführt, welche einem Breitengrade unter der Breite φ die Grösse gebe, dass er sich zu einem Aequatorgrade verhalte wie $sec\varphi$: 1. Die dem entsprechende Eintheilung der Meridiane, für welche *Wright* durch Summation der Sekanten von Minute zu Minute ein empirisches, *Wallis* (s. o.) durch Integration ein analytisches Verfahren angegeben, gedenkt er auf mechanisch-graphischem Wege zu leisten. Er bedient sich zu dem Ende eines Lineales, an dessen einem Ende — einigermassen den *Schlagintweit*'schen Skalenrädchen vergleichbar — ein der schmalen Kante angepasster Schieber aufsitzt; dasselbe wird an eine gerade Linie angelegt und alsdann so verschoben, dass der Endpunkt des Lineals stets an einer zu jener ersten senkrechten Geraden hingleitet; bei dieser Bewegung beschreibt der Schieber, resp. ein daran befestigter Zeichnungsstift eine krumme Linie,

*) *Cotes* hat sammt den meisten anderen Betrachtungen dieses seines Essay über die Curvenlehre auch die oben berührte späterhin in sein bekanntes Werk „Harmonia Mensurarum" aufgenommen, ohne aber in der Art und Weise der einzelnen Entwickelungen irgendetwas zu ändern.

Wieder-Abdruck in den gesammelten Werken zu Grunde 107). Die betreffende Theorie wird nicht eigentlich um ihrer selbst willen bearbeitet, sondern erscheint als Schaltkapitel in einer ausgedehnten Untersuchung über die Parallaxe des Mondes auf der sphaeroidischen Erde. *Maupertuis* denkt sich irgendwo in der Erdaxe die Spitze eines Kegels, welcher die Loxodrome zur Leitlinie hat, und fragt dann nach dem Charakter der Schnittcurve dieses Kegels mit der Aequator-Ebene. Ein Element des Aequators wird $= du$, der senkrechte Abstand eines loxodromischen Elementes $= -dx$, die Projection jenes Elementes auf den Aequator $= dy$, endlich jenes Stück eines Aequatorealhalbmessers, welchen der Projektionskegel ausschneidet, $= dz$ gesetzt; die Bedeutung der Integrale $u, -x, y, z$ ist dann von selbst einleuchtend. Hat endlich α die nämliche Bedeutung, wie bisher, so lautet *Maupertuis'* Differentialgleichung:

$$du = -\frac{tg\,\alpha\,dz}{z} \cdot \frac{x\,ds}{x\,dy - y\,dx}.$$

ds ist die vertikale Kathete des loxodromischen Elementardreiecks. Für einen unendlich entfernten Augpunkt wird jene Gleichung einfacher, nämlich:

$$du = \frac{tg\,\alpha\,dz\,ds}{z\,dy}.$$

Für den Fall sodann, dass der Augpunkt in den entgegengesetzten Pol des Rotationskörpers hineinrückt, ergiebt sich, unter δ die Differenz der Polar- und Meridianaxe verstanden,

$$du = r\,tg\,\alpha\,dz\left(\frac{1}{z} \pm \frac{4r^2\,\delta z}{r^2 + z^2}\right).$$

Für $\delta = 0$, also für die Kugel, haben wir mithin, wie auch von *Maupertuis* 108) ausdrücklich hervorgehoben wird, wiederum die bekannte Gleichung der logarithmischen Spirale.

Der vorhergehende Paragraph hat uns darüber belehrt, dass die Engländer, welche auch bei diesem Anlass ihren praktischen Sinn nicht verleugneten, der loxodromischen Theorie keineswegs durch abstrackte Beweggründe geleitet ihre Theilnahme zuwandten, sondern dieselbe nur indirekt dadurch förderten, dass sie die rationellste Construktion der nautisch wichtigen Plattkarten anstrebten; selbst *Halley's* schöner und folgenreicher Lehrsatz erscheint, geschichtlich genommen, nur als Lemma von sekundärer Bedeutung. Ganz denselben Stempel nun, wie diese Arbeiten

älterer Landsleute, tragen auch die Arbeiten *Maclaurin*'s und *Thomas Simpson*'s, soweit dieselben hier unser Interesse zu erwecken geeignet sind.

Maclaurin stellt sich die Frage, auf welche Weise die Oberfläche eines Sphaeroides durch eine Karte mit wachsenden Breitengraden und constanten Längengraden dargestellt werden könne. Für die Kugel des Radius oder „Modulus" r ist unter der Breite φ, „for which the meridional parts z are required",

$$z = \log \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{90^0 - \varphi}{2}}.$$

Denkt man sich ferner eine Halbellipse mit der horizontalen kleinen Axe vertikal aufgerichtet, in einem Endpunkt jener die (vertikale) Tangente gezogen und von ihr durch einen Fahrstrahl aus dem Centrum ein Stück t abgeschnitten, bezeichnet ferner durch a die grössere Halbaxe und durch e die lineare Excentricität, so soll sein für das abgeplattete Sphaeroid

$$z = \log \frac{a}{t} \left(1 - \frac{e}{a}\right),$$

für das verlängerte ändert sich ausschliesslich das Vorzeichen innerhalb der Klammer 109). Der Beweis für diese Sätze wird ganz im Sinne der damals jenseits des Kanales für allein zulässig gehaltenen geometrischen Differentialrechnung geführt. Da die hier vorkommenden Logarithmen hyperbolische sind, so lehrt *Maclaurin* dieselben erst in die gebräuchlichen künstlichen Logarithmen umsetzen. Eine auf Grund der correkten Formeln ausgerechnete Tafel zum Eintheilen des ersten Meridians habe *Murdoch* entworfen, und zwar für jenes Ellipsoid 110), für welches

$$\frac{e^2}{a^2} = \frac{22}{1000}$$

ist. *Murdoch*'s Tafelwerk 111) ist uns leider unbekannt geblieben, indess entnehmen wir dem schon so häufig citirten Buche von *Kästner* 112) die Nachricht, dass diese Tafeln reichhaltig und geschätzt waren und dass speciell gegen die darin enthaltenen Regeln, die sphaeroidische Erde mercatorisch zu projiciren, von Zeitgenossen nur der Eine Vorwurf erhoben worden ist, es sei schade um eine so mühevolle Arbeit gewesen, ehe noch die Gradmessungen die unumgängliche erfahrungsmässige Basis für die-

selbe geliefert gehabt hätten. Die Nachricht *Mollweide*'s 113), *Murdoch* habe als der Erste diese verbesserte Berechnung der Proportionaltheile in's Werk gesetzt, bedarf wohl insofern einer Berichtigung, als demselben eben sein Freund *Maclaurin* dabei seine theoretische Hülfe scheint zu Theil haben werden zu lassen.

Etwas durchsichtiger und bestimmter, als *Maclaurin*'s Analysis ist diejenige *Simpson*'s, und aus diesem Grunde ziehen wir es vor, letztere als Belegstück für die charakteristische Art und Weise solcher Untersuchungen der englischen Schule zu wählen. Das Problem wird mit folgenden Worten eingeführt 114): „To determine the Meridional Parts answering to any proposed Latitude, according to *Wright*'s Projection, apply'd to the true spheroidal Figure of the Earth." Die halbe grosse Axe gleich 1, die halbe kleine gleich d setzend und im Uebrigen von der gebräuchlichen Mittelpunktsgleichung

$$\frac{x^2}{d^2} + y^2 = 1$$

der Ellipse ausgehend zeigt *Simpson*, dass für die in Theilen der Einheit ausgedrückte „Meridional Distance" u folgende Gleichung bestehe:

$$\dot{u} = \frac{\dot{x}\sqrt{1 + b^2x^2}}{1 - x^2}.$$

Hier ist $b = \sqrt{d^2 - 1}$, $\dot{u}$ und $\dot{x}$ resp. die „Fluxion" oder das Differential von u und x, welch' letztere Grössen als die „Fluenten" bezeichnet werden. Wird x durch eine neue Variable, nämlich den Breiten-Sinus s, ersetzt, so wird

$$\dot{x} = \frac{d^2\dot{s}}{(d^2 - b^2s^2)^{\frac{3}{2}}}$$

und

$$\dot{u} = \frac{d\dot{s}}{1 - s^2} - \frac{db^2\dot{s}}{d^2 - b^2s^2}.$$

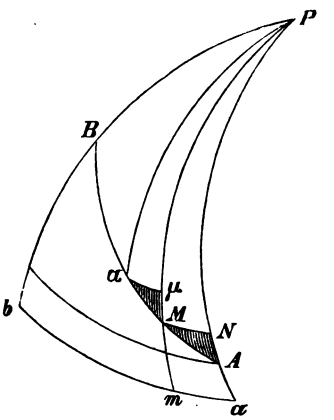
Für die Erde ergiebt hieraus die Integration, den Aequator-Umfang zu 21600 englische Meilen angenommen,

$$u = 3958 \log \frac{1+s}{1-s} - 3958 \frac{b}{d} \log \frac{d+bs}{d-bs}.$$

Dieses Resultat lässt sich leicht in eine für die praktische Anwendung bequemere Regel umgestalten.

Von *Simpson*'s Art der Behandlung bis zu der vervollkommneten Systematik der durch *Euler* angebahnten Richtung ist nur noch ein verhältnissmässig kleiner Schritt; das Verdienst, denselben gethan zu haben, kommt dem Deutschrussen *Theodor Schubert* zu. „Universa ars nautica", so beginnt derselbe 115), „sine difficultate reduci potest ad sequens problema: Dato situ duorum locorum, invenire cursum navis intermedium, sive angulum constantem, subquo omnes Meridianos secat directio navis, describentis in mari curvam, quae vulgo dicitur loxodromia." Vom Pole P (Fig. 13) aus sind die Quadranten Pb, Pm, Pa, letztere beide mit unendlich kleinem Winkelabstand, gezogen, diese Quadranten werden durch die Loxodrome resp. in B, M und A geschnitten. Die loxodromischen Dreiecke AMN und $Mn\mu$ sind einander ähnlich. Ist dann $\angle\ PMB = \varphi$, $\angle\ APM = \psi$, b die in Theilen der grossen Halbaxe ausgedrückte kleine, $m = \frac{1}{b}$, so wird, wenn μ die Breite von M,

Fig. 13.



$$\mu n = \frac{m\,d\psi}{\sqrt{m^2 + \operatorname{tg}^2\psi}},$$

$$M\mu = \frac{m \sec^3\mu\, d\mu}{(m^2 + \operatorname{tg}^2\mu)^{\frac{3}{2}}},$$

$$\varphi \cot\psi = \log\sqrt{\frac{1+\sin\mu}{1-\sin\mu}} - c\log\sqrt{\frac{1+c\sin\mu}{1-c\sin\mu}},$$

wo c die Excentricität der Meridian-Ellipse ist. Hieraus leitet sich, unter β die Breite des Punktes B und unter ε eine durch die Relation

$$\sin\varepsilon = c\sin\beta$$

damit verbundene Grösse verstanden, die weitere Formel ab:

$$bB = \log tg\,(45^0 + \tfrac{1}{2}\beta) - c\log tg\,(45^0 + \tfrac{1}{2}\varepsilon).$$

Für $c = o$ ist diess die uns bereits bekannte Wahrheit der Sphärik. *Schubert* beendet den theoretischen Theil seiner Studie mit den Worten: „Secundum hanc formulam tabula annexa a me computata est ad dena minuta elevationis poli. Columna secunda

continet lineam *Bb* ex hypothesi sphaerica ... tertia eandem lineam datam ex hypothesi elliptica, seu quantitatem assumpta ratione axium Newtoniana seu $m = \frac{230}{229}$." Eine vierte Spalte ist für das Axenverhältniss $\frac{200}{199}$ berechnet.

§. 16. Wir sind mit *Schubert* in die zweite Hälfte des laufenden Jahrhunderts gelangt. Derselben gehört auch die ausführliche Monographie *Kästner*'s an, auf welche wir schon so häufig in diesem Hefte zu verweisen hatten, und welcher wir schon aus Gründen der Gerechtigkeit in dem Bewusstsein, ihr gar Manches zu danken zu haben, eine eingehendere Besprechung schulden. *Kästner* geht von dem allgemeinsten Begriff einer Loxodrome aus, entwickelt die demselben entsprechende Differentialgleichung und diskutirt dieselbe analytisch für Ellipsoid und Kugel. Aus dieser Diskussion leitet er 116) Vorschriften für die Construktion der Curve her. Die Rektifikation ergiebt für den zwischen den Breiten η und β eingeschlossenen Bogen der sphärischen Loxodrome den bekannten Ausdruck $r \sec \lambda (\eta - \beta)$, wo r der Kugelradius, λ der constante Winkel. Ein geschlossener Ausdruck, wird auch für die loxodromische Distanz des Sphaeroides gefunden 117), indem von der eruirten Reihe nur das erste Glied beibehalten wird. Von weiteren Anwendungen ist zu erwähnen die Quadratur loxodromischer Sektoren, die Behandlung der verschiedenen Projektionscurven und eine Ausdehnung der Fundamentalaufgabe, von welcher später noch zu reden sein wird. Sehr bemerkenswerth erscheint eine bergmännische Verwendung der Loxodrome; versteht man nämlich in bekannter Weise unter dem „Streichen eines Ganges" den Winkel, welchen an einer bestimmten Stelle eine dünne Metall-Ader mit dem Meridian bildet, so gilt Nachstehendes 118): „Soll des Ganges Streichen nach des Markscheiders Ausdruck immer einerley Stunde halten, erwähnter Durchschnitt, alle Meridiane unter einerley Winkel schneiden, so geschieht das Ausstreichen in einer loxodromischen Linie, deren loxodromischer Winkel das erwähnte Streichen des Ganges giebt;" an die Stelle der Schiffs-Boussole ist eben jetzt der Gruben-Compass getreten. Selbstverständlich sind jedoch die Strecken, welche für montanistische Zwecke thatsächlich in Betracht kommen, viel zu wenig ausgedehnt, als dass obige Theorie sich in nutzbare Praxis umzusetzen vermöchte. Die zweite Abtheilung des Kapitels ist den Seekarten mit wachsenden Breiten gewidmet; hier legt der

Verfasser insbesondere auch die gründlichste Vertrautheit mit allen Einzelheiten des Seewesens an den Tag. Interessant wird auch hier Vielen die Analogie in dem Rechnungsverfahren des Nautikers und des Markscheiders erscheinen 119): was dort loxodromische Distanz, Breitenunterschied und Längenunterschied (latus mekodynamicum, s. o. §. 11) ist, begegnet uns unter der Erde wieder als Seigerteufe, Sohle und Fläche. Den theoretischen Theil beendigt die ausführliche Beschreibung der loxodromischen Tabellen, zu deren Construktion neue Vortheile an die Hand gegeben werden. Damit jedoch ist noch *Kästner*'s löblicher, leider heutzutage mehr oder weniger veralteter, Gewohnheit das Thema noch nicht erschöpft, vielmehr beginnt jetzt erst die Darstellung der geschichtlichen Entwickelung des Gegenstandes, der für uns wenigstens verdienstlichste Bestandtheil des Ganzen 120). Wir wollen durchaus nicht leugnen, dass *Kästner*'n mit Recht gewisse Vorwürfe von mathematisch-geschichtlicher Seite gemacht werden, und dass einzelne der aus seinen grösseren Werken hinlänglich bekannten Missstände sich auch hier fühlbar machen. Als wesentlichsten möchten wir ein gewisses absichtliches Unvermögen bezeichnen, sich in den eigenartigen Anschauungskreis eines fremden Schriftstellers liebevoll hineinzudenken; diese historische Untugend verleitet nicht allein dazu, Dinge, welche nur etwas schwerfällig formulirt, sonst aber richtig gedacht sind, vollständig misszuverstehen*), sondern im Verein mit dem Gefühl analytischer Superiorität, welches dazumal die Mehrzahl der Mathematiker beseelte, führt es auch zur irrigen Werthschätzung der geometrischen Leistungen früherer Zeiten. Trotzdem bekennen wir gerne, die vielseitigste Förderung und Anregung bei dieser unserer eigenen Untersuchung dieser wie anderen Schriften eines verdienten Gelehrten zu verdanken, über dessen Thun abzusprechen gerade bei Denen mehr und mehr und Mode werden zu wollen scheint, welche hiezu die allergeringste thatsächliche Berechtigung besitzen.

§. 15. Der Leser würde nur ein unvollständiges Bild von dem Stande der loxodromischen Theorie im verwichenen Jahr-

*) Hierher rechnen wir besonders die Polemik gegen *Wallis* und *Lovitz*, weil bei derselben *Kästner* nicht einsehen will oder kann 121), dass jene Männer nichts anderes als die Vertauschung der Erdkugel mit dem ihr umbeschriebenen Cylinder im Auge gehabt haben.

hundert erhalten, wollten wir uns auf jene Bearbeitungen derselben einschränken, deren Tendenz eine rein-wissenschaftliche war. Ein unentbehrlicher Zusatz für letztere wird durch die nautische Literatur repräsentirt, welche in jenem Zeitraum ziemlich stattliche Dimensionen angenommen und beträchtlich an exakten Elementen gewonnen hatte. Da es aber für uns aus leicht übersehbaren Gründen unthunlich ist, jene Literatur im Detail zu verfolgen, so begnügen wir uns damit, drei Vertreter der drei bedeutendsten Kultur-Nationen vorzuführen, einen Deutschen, einen Engländer und einen Franzosen. Italiens Navigationswesen lag vorläufig noch in der Wiege, und einem Leserkreise, dessen praktische Thätigkeit kaum über die gewöhnlichste Küstenschifffahrt hinausgieng, konnten Werke im Sinne jener anderer Länder nicht geboten werden, mochte im Uebrigen auch das regste geistige Leben auf der appeninischen Halbinsel blühen.

Im Jahre 1718 erschien das kurzgefasste Compendium der gesammten Mathematik von *Kaschub*, ein handliches und im Sinne des *Wolf*'schen Systemes für jene Zeit geschickt gearbeitetes Büchlein. Als vorletztes Kapitel erscheint darin 122) „die Hydrographie, oder Schiffs-Kunst"; soweit uns nautische Werke aus dem achtzehnten Jahrhundert zu Gesicht gekommen sind, geht ihr Inhalt nicht beträchtlich über die engen Schranken hinaus, welche schon *Kaschub* sich gezogen hatte. Die Erklärung der Loxodrome und des loxodromischen Rechnens ist die gewöhnliche, die Quellen, auf welche der Autor selbst seine Darstellung zurückführt, sind *Wolf* und *Riccioli*. Eine Neuerung diesen Vorbildern gegenüber wird dadurch eingeführt, dass die continuirlichen Abweichungen von der loxodromischen Curve in Betracht gezogen werden, welche der Wind nöthig macht 123). Schliesslich folgt noch eine kurze Anweisung zum Gebrauche der Seekarten. Soviel wenigstens ist dem Binnenländer durch eigenes Nachdenken — denn aus der ihm zugänglichen Literatur war für diese Frage wenig zu entnehmen — klar geworden, dass die gewöhnlichen Plattkarten, oder, wie er schreibt, „die Schiff-Karten, welche man nur mit einer Rose der Gegenden machet," nur für sehr geringe Entfernungen brauchbar sind. Andererseits freilich verzweifelt er auch an der Möglichkeit, die rhombische Linie mit geometrischer Genauigkeit zu verzeichnen, seine verbesserte Projektionsart giebt die Parallelkreise durch gleichlaufende,

die Meridiane durch convergirende gerade Linien wieder und ersetzt die Loxodrome durch eine Gerade, welche von ihr sehr wenig abweichen soll: „dass also diese Art von Schiff-Karten grosse perfection schon hat, indem sie auf eine simpele Art den Schiffern stattlich zu Hülfe kommet“ 124).

Die beste nautische Leistung war damals und blieb für lange das stattliche Handbuch *Bouguer*'s, des unermüdlichen Geodäten, des Entdeckers der Gebirg-Anziehung, des ersten wissenschaftlichen Bearbeiters der Photometrie. Der terrestrische wie der astronomische, der theoretische wie der mehr mechanische Gesichtspunkt finden hier gleichmässig Berücksichtigung und so wird denn auch „des lignes courbes que les rumbs de vent suivent sur le globe, et de la forme qu'on a été obligé en conséquence de donner aux cartes réduites“ 125) in weit sorgfältigerer Weise gehandelt, als es von den Mathematikern von Fach zu geschehen pflegt. Die Erklärung der Curve ist selbstverständlich eine geometrisch exakte, und die beigefügte Zeichnung gewinnt dadurch an Schärfe, dass die Boussole mit abgebildet ist und somit der Charakter einer bestimmten Himmelsrichtung als einer Tangente der Loxodrome schärfer hervortritt. Die geradlinige und loxodromische Schifffahrt sind indessen in Wirklichkeit nicht so grundverschieden, als man nach der abweichenden Gestalt der Curven vermuthen sollte, denn der nämliche Curs kann nur in den allerseltensten Fällen eingehalten werden, sondern setzt sich, um Inseln zu vermeiden, günstige Winde zu benützen, aus sehr vielen sehr kleinen Curvenstücken zusammen. Immerhin ist es nöthig, die Loxodromen richtig und bequem in eine für diesen Zweck hergerichtete Karte eintragen zu können; für letztere wird die *Mercator*'sche Projektion gewählt und in folgender einfacher Weise beschrieben. Die Länge einer Aequator-Minute wird = 100000 gesetzt, und nunmehr der Sinus für $89^0\,59'$, $89^0\,58'$, $89^0\,57'$ ... in Theilen dieser Einheit ausgedrückt, um sodann die reciproken Werthe auf der senkrecht zum Aequator errichteten Meridianlinie abzutragen und so diejenigen Punkte zu erhalten, durch welche die jenen Breiten entsprechenden geradlinigen Parallelen hindurchgehen müssen; indem nämlich jene reciproken Werthe die Grösse der einzelnen Bogenminuten des Meridians für die bezüglichen Polhöhen angeben, hat man nur alle vorhergehenden Sekanten zu einander addiren, um zum bestimmten Theilpunkt

zu kommen. Die Grösse der gewählten Einheit wird den unvermeidlichen Fehler des Verfahren unschädlich machen. Das folgende Kapitel lehrt die Auflösung aller Aufgaben der Steuermannskunst durch blosse Abmessung auf der reducirten Karte, indem auf dieser die Behandlung des loxodromischen Dreieckes in ein sehr einfaches Construktionsproblem der Planimetrie übergeht. Dabei wird jedoch ausdrücklich hervorgehoben 126), dass all' diejenigen Fälle, welche der astronomischen Controlen entbehren, wo also insbesondere die nur näherungsweise zu schätzende loxodromische Distanz als bekannte Grösse auftritt, an Genauigkeit hinter dem anderen zurückstehen. Gegen dass Ende seines Werkes kommt *Bouguer* nochmals auf diesen Cyklus von Aufgaben zurück, indem er zu ihrer generellen Lösung sich eines neuen Hülfsmittels, des sogenannten „quartier de reduction", bedient 127). Derselbe besteht aus einem Rechteck, welches durch äquidistante horizontale und vertikale Gerade in eine Menge kleiner Quadrate getheilt ist; zu gleicher Zeit findet sich eine grosse Anzahl concentrischer Quadranten vor, deren Mittelpunkt mit der einen Ecke des Vierecks zusammenfällt. Diese Reduktionsplatte dient als eine Art von Hülfskarte: „le quartier de réduction est comme une carte qui convient à tout les endroits du globe terrestre. On pointe, pour ainsi dire, les routes sur cet instrument, et après avoir vu la latitude et la longitude où elles conduisent, on transporte le point sur la carte reduite." Indem man natürlich dieses Schema auf ein Blatt Papier legt und von dem Kreiscentrum einen die loxodromische Richtung signalisirenden Faden ausgehen lässt, kann man auf jenem rechtwinklige Dreiecke von bestimmten Verhältnissen abstecken und dieselben sodann auf die Seekarte übertragen. Endlich wird auch noch gezeigt, wie alle Fragen, deren Erledigung bisher entweder auf geometrischem Wege oder aber graphisch-mechanisch erfolgt war, auch durch trigonometrische Rechnung mit weit grösserer Schärfe behandelt werden können. Hiebei kann dann wieder ein Ersatz des Rechnens auf dem Papiere durch jenen logarithmischen Rechenstab stattfinden, dessen Anwendung sich auf den oben erwähnten, von *Halley* zuerst bewiesenenen Lehrsatz gründet. Vermuthlich aus diesem Grunde führt dieses Instrumentchen, dessen Gebrauch bei gebildeten Seeleuten beliebt gewesen zu sein scheint, den Namen „Echelle Angloise." Natürlich kommen die verschiedenen Methoden, deren

wir hier zu gedenken hatten, zunächst nur auf der als sphärisch angenommenen Erde zur Anwendung; anhangsweise wird jedoch auch den Correktionen Rechnung getragen 128), welche in der Erd-Abplattung ihren Grund haben; zu diesem Zwecke verzeichnet *Bouguer* die Evolute der Meridian-Ellipse, legt eine Tangente an diese und zeigt, dass der so erhaltene Krümmungshalbmesser eines bestimmten Ellipsen-Punktes mit dem von diesem Punkt ausgehenden Radius nicht identisch sei, woraus sich dann gewisse Modifikationen in der Berechnung der Proportionaltheile ergeben. Dass *Bouguer* auch gelegentlich die stereographische Projektion der Loxodrome durch elegante construktive Betrachtungen bestimmt, sei nur als eine Probe der das ganze Werk charakterisirenden Vereinigung von mathematischer Sagacität und praktischem Nützlichkeitssinn angeführt.

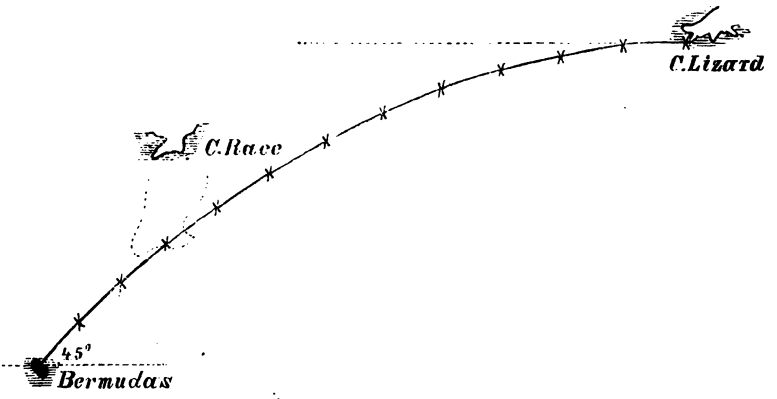
Was *Bouguer* für Frankreich, das versuchte *Robertson* für England zu leisten; auch ihm stand die volle mathematische Bildung seines Zeitalters zur Seite*), und da zudem beide Werke fast gleichzeitig das Licht der Welt erblickten, so dürfen wir mannigfache Analogieen zwischen denselben der Natur der Sache nach für wahrscheinlich erachten. Gleichwohl stellt sich insofern ein tiefgehender Unterschied heraus, als *Bouguer* nur für gebildete Seeleute schreibt, während *Robertson*, der ja aus diesem Grunde auch die Elemente der Mathematik mit aufgenommen hat, die Bedürfnisse jeder Klasse in's Auge fasst, und während Ersterer das Segeln nach gewöhnlichen Plattkarten mit einigen wenigen Worten abfertigt, trägt sein englischer College diesem primitiven Verfahren ausgiebig Rechnung. Er unterscheidet 130) sorgfältig die „plane charts" von den „globular charts, or Mercators charts, or reduced charts, or projected charts" und demzufolge auch das „plane sailing" vom „globular sailing". Jedem dieser beiden Complexe von Regeln und Handgriffen wird ein eigener ausgedehnter Abschnitt gewidmet; für unsere Anschauung wird freilich dem erstgenannten, dessen Brauchbarkeit sich auf einen so engen Kreis beschränkt, eine viel zu

*) Als ein wohl weniger bekannter Beleg für diese unsere Behauptung mag gelten, dass nach *Van Swinden*'s competentem Urtheile 129) der von *Robertson* eingeschlagene Weg, goniometrische Formeln aus der Figur zu deduciren, durch mustergültige Einfachheit sich auszeichnet. Auch bei *Torelli*'s berühmter Euklid-Ausgabe war Derselbe betheiligt.

liebevolle Behandlung zu Theil, und der Autor selbst giebt sich durch die von ihm mitgetheilte Karte des atlantischen Oceans eine Art von Dementi. Der Grundfehler dieser ganz und gar irrthümlichen Abzeichnungsweise — von Projektionsmethode lässt sich wohl kaum sprechen —, alle meridionalen Distanzen zusammenzudrücken und dafür die west-östlichen Dimensionen unnatürlich auseinanderzuzerren, tritt hier ganz besonders augenfällig hervor, und zumal die nördlichen Länder Island und Grönland sind nichts weiter als bizarre Karrikaturen. Um so wohlthuender berührt die loxodromische Theorie, welche mit dem zweiten Bande beginnt und für den Lernenden, *Bouguer*'s Darstellung gegenüber, wohl den Vortheil hat, dass er hier alles Wissenswerthe in naturgemässer und übersichtlicher Anordnung vorfand und nicht erst, wie dort, an verschiedenen Stellen seines Compendiums zusammenzusuchen gezwungen war. Die Begründung der Eigenart einer correkt-cylindrischen Projektion stützt sich auf das Theorem 131): „The logarithmic tangents of the half complements of the latitudes, are analogous to the lengthened degrees in the nautical meridian line", und für dieses wird der Beweis wiederum mittelst stereographischen Projicirens geführt. In dieser Form neu und jedenfalls nur induktorisch gefunden ist das Verfahren, einen Meridiantheil aus der sphärischen in die sphäroidische Hypothese zu übertragen 132): „Say, As Radius is to the sine of any given latitude, So is the constant number 30 to the correction sought. Subtract the correction from the spheric meridional parts to the latitude used, and the remainder is the spheroidal meridional parts to that latitude." Als eine für die Geschichte der Erdkunde im engeren Sinne bemerkenswerthe Thatsache machen wir endlich *Robertson*'s Cursschema namhaft, aus welchem die Durchkreuzung des Weltmeers, wie sie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Uebung war, klar ersichtlich ist. Die Westspitze von Cornwall ist mit den Bermudas-Inseln durch einen gebrochenen Linienzug von zwölf Seiten verbunden, deren erste mit dem durch Cap Lizard gehenden Parallel übereinstimmt, während die zwölfte den Parallel von Bermudas ungefähr unter einem halben rechten Winkel trifft. Land wird auf dieser Route nicht berührt, nur die vor New-Foundland hinziehende Bank in ihren Ausläufern geschnitten, wie aus Fig. 14 ersichtlich ist. Da die einzelnen Unterbrechungen im Compassstrich jedenfalls den herrschenden Wind-

richtungen erfahrungsmässig angepasst waren, so kann diese Auswahl eines Weges bereits als ein Vorspiel zu der von *Maury* zu so hoher Vervollkommnung gebrachten Methode gelten, unter allen zwei Punkte verbindenden loxodromischen Polygonalzügen das thatsächliche Weg-Minimum herauszufinden.

Fig. 14.



§. 16. Wir könnten, nachdem wir alle bedeutenderen literarischen Erscheinungen des achtzehnten Jahrhunderts vor unseren Augen haben vorüberziehen lassen, insoweit dieselben auf den Gegenstand unserer Ueberschrift Bezug haben, diese historische Untersuchung mit allem Rechte abschliessen, denn was im Verlaufe dieses unseres eigenen Säkulums, also der allerneuesten Zeit, geleistet worden, gehört der Geschichte noch nicht eigentlich an. Allein während auf den meisten Wissensgebieten die Forschung gerade jetzt im lebhaftesten Flusse ist und als alles andere eher denn als abgeschlossen angesehen werden kann, hat die Theorie der loxodromischen Curve, sei es dass man sich an ihre mathematische, sei es, dass man sich an ihre nautisch-geographische Seite hält, eine so vollständig abgerundete Gestalt erhalten, dass im Interesse der Vollständigkeit eine Fortführung der geschichtlichen Betrachtung geradezu geboten erscheint. An und für sich einleuchtend ist es jedoch, dass diese Aufgabe nur mit gewissen Einschränkungen zu lösen ist. Wenn Geodäten, wie der jüngere *Tobias Mayer* 133) oder *J. J. v. Littrow* 134) gelegentlich nebst anderen Projektionsmethoden auch der *Mercator*'schen einige Paragraphe widmen,

oder wenn Mathematiker wie *Brandes* 135) über die Schifffahrtslinie als Beispiel einer Curve doppelter Krümmung ihre — in diesem Falle übrigens nicht fehlerfreien — Betrachtungen anstellen, oder wenn endlich nautische Werke, wie deren die deutsche Literatur von *Bobrik, Rümker, Albrecht & Vierow, Paugger* u. a. eine stattliche Zahl aufweist, die Anfertigung des „Bestecks" und die Berechnung der loxodromischen Dreiecke allseitig diskutiren, so entzieht sich diese Art von Bestrebungen doch völlig unserer Berücksichtigung, da durch sie in die Sache selbst keine eigentlich neuen Gesichtspunkte hineingetragen worden sind.

In dieser Hinsicht verdient allererst der Name *Gudermann*'s genannt zu werden. Nachdem dieser geniale, aber viel zu wenig gewürdigte, Geometer sein neu erfundenes sphärisches Coordinatensystem bereits früher auf eine neue transscendente Curve, die sphärische Kettenlinie, angewendet hatte, deren Verwandtschaft mit der Loxodrome schon aus dem Umstande erhellt, dass sie gleich dieser einem asymptotischen Punkt sich unaufhörlich nähert 136), untersuchte er später diesen merkwürdigen Zusammenhang genauer 137) und erkannte in ihm eine reiche Quelle interessanter räumlicher Beziehungen. Wir glauben indess darauf hinweisen zu dürfen, dass die Verwandtschaft der Loxodrome mit der ebenen Katenoide, wenn auch zunächst in Folge einer anderen Ideenverbindung, bereits von dem Engländer *Perks* (s. o. §. 12) bemerkt worden war. Manch' Neues mag wohl auch in einer Monographie *Verdam*'s 138) zu finden sein*). Eine grundsätzliche Vervollkommnung der Theorie selbst konnte in zwiefacher Hinsicht angestrebt werden: Man konnte von der durch die Nautik geschaffenen Basis ausgehen und sich die Frage vorlegen, ob nicht die loxodromische Trigonometrie auf dem Sphäroid eine andere und zwar sowohl umfassendere als auch exaktere Behandlung zulasse, als ihr bislang zu Theil geworden war; man konnte auch von dieser immerhin noch speziellen Fassung absehen und einzig und allein die Geometrie der Curve auf der Fläche selber zum Studien-Objekt wählen. Diese beiden Auffassungen kommen

*) Wir kennen von dieser Schrift — durch die freundliche Mittheilung von Herrn *Bierens de Haan* in Leyden — ausser dem Titel nur die Eigenschaft, dass jene mit einer Reihe unübertrefflich schön gestochener Figurentafeln ausgestattet ist; zu verschaffen vermochten wir sie uns nicht.

resp. in den Monographieen von *Grunert* und *Plagemann* zur Durchführung.

Das loxodromische Dreieck wird von Ersterem 139) in etwas anderer Weise definirt, als wir es bei der überwiegenden Mehrzahl der bisherigen Schriftsteller wahrnahmen: die eine Ecke desselben liegt nämlich jetzt für immer im Pole, während die beiden anderen durch einen loxodromischen Bogen mit einander verbunden sind. Zwei Dreiecksseiten sind also elliptisch gekrümmt. Da in Folge der Definition der Curve die beiden an der loxodromischen Basis gelegenen Winkel nicht mehr unabhängig von einander sind, kann es sich nur darum handeln 140), aus drei gegebenen Stücken eines solchen Dreieckes die beiden übrigen zu berechnen. Die Gleichungen der Loxodrome werden dabei in der Form

$$\frac{x^2+y^2}{a^2}+\frac{z^2}{b^2}=1,$$

$$\left[\frac{a^2}{b^2}\cdot\frac{xz}{y\sqrt{x^2+y^2}}+\frac{\sqrt{x^2+y^2}}{y}\cdot\frac{dx}{dz}\right]^2=\text{Const.}\left(1+\frac{a^4}{b^4}\cdot\frac{z^2}{x^2+y^2}\right)$$

zu Grunde gelegt. Natürlich können wir an diesem Orte der Vorlage nicht in ihren Einzelheiten folgen; es muss genügen, zu sagen, dass sämmtliche vorerwähnte Aufgaben, sei es mit Hülfe vorausberechneter Tafeln, sei es durch Entwickelung gewisser Ausdrücke in rasch convergirende und deshalb frühzeitig abzubrechende Reihen, weit genauer aufgelöst werden, als es früher der Fall war. Manche dieser Lösungsformeln gewinnen für eine kugelförmige Erde eine überraschende Eleganz; sollen z. B. aus der Längendifferenz Ω, dem constanten Curswinkel Θ und der Distanz s die Breiten B und B_1 für die Orte der kleineren und grösseren Länge gefunden werden, so berechnet man zunächst einen Hülfswinkel φ aus der Gleichung $\log tg\,\varphi = \Omega \cot\Theta \arc 1'$ und hat dann 141)

$$B = \arc\cos\left(-\sin\left(\tfrac{1}{2}s\cos\Theta\right)\cot\left(45^0-\varphi\right)-\tfrac{1}{2}s\cos\Theta\right),$$

$$B_1 = B + s\cos\Theta.$$

Als ein Anfang zu der besprochenen Schrift erschien kurz nachher ein Aufsatz *Grunert*'s, welcher das Problem der Quadratur für loxodromische Dreiecke möglichst allgemein auffasst und löst. Es gelingt sogar, für den Flächeninhalt eines von drei ellipsoidischen Loxodromen eingeschlossenen Dreiecks einen geschlossenen

Ausdruck aufzustellen, welcher für den Fall einer verschwindenden Excentricität der Meridianellipse folgende überaus einfache Form annimmt 142):

$$r^2\left(tg\,\Theta_0 \log\frac{\cos B_1}{\cos B_2} + tg\,\Theta_1 \log\frac{\cos B_2}{\cos B_0} + tg\,\Theta_2 \log\frac{\cos B_0}{\cos B_1}\right).$$

Hier ist r der Kugelradius, $\Theta_0, \Theta_1, \Theta_2$ sind bezüglich die Curswinkel der drei Dreiecksseiten, B_0, B_1, B_2 die Polhöhen der drei Eckpunkte, die Längen bleiben wie bei jeder Rotationsfläche ausser Betracht.

Die andere oben namhaft gemachte Abhandlung von *Plagemann* 143) beginnt mit einer generellen Diskussion der fraglichen Linie, wendet sich dann zu deren Rektifikation, wobei für die ganze Ausdehnung derselben innerhalb zweier Pole der Ausdruck 144) (e die numerische Excentricität)

$$\frac{a\pi}{\cos\Theta}\left(1-\frac{1}{2^2}e^2-\frac{1\cdot 3}{2^2\cdot 4^2}e^4-\frac{1\cdot 3^2\cdot 5}{2^2\cdot 4^2\cdot 6^2}e^6-\ldots\right)^{*)}$$

gewonnen wird, untersucht die Verhältnisse der Normal- und Schmiegungsebene und stellt überhaupt ein fixes Formelsystem auf, mittelst dessen jede irgendwie auf die Loxodrome bezügliche Frage unmittelbar soll beantwortet werden können. Auch auf die (s. o.) von *Gudermann* zur Loxodrome in Beziehung gesetzte sphärische Katenoide wird durch den Nachweis 145) helles Licht geworfen, dass dieselbe durch jene Regelfläche, auf welcher die Durchschnittslinie aller consekutiven Normalebenen gelegen sind, auf der Kugelfläche ausgeschnitten wird. Es erscheint somit das *Plagemann*'sche Elaborat als eine monographische Darstellung der ganzen Theorie, über deren Ergebnisse die gewöhnliche Coordinatengeometrie nicht mehr weit hinausgehen kann. Dass natürlich allgemeine Vereinfachungen der analytischen Praxis auch auf diesen Spezialfall influiren, versteht sich von selbst; so erleichtert z. B. die Form des Ausdruckes, welche *Baehr* für den Schnittwinkel zweier beliebigen Raumcurven angiebt, die Ableitung der

*) Das allgemeine Glied dieser merkwürdigen und rapid abnehmenden Reihe würde folgendes sein:

$$\frac{\prod_{p=1}^{p=n-3}(2p+1)^2\cdot(2n-3)\cdot e^{2(n-1)}}{\prod_{p=1}^{p=n-1}(2p)^2}.$$

loxodromischen Fundamentalgleichung und das Operiren mit derselben 146).

Schon mehrfach musste von uns auf das bemerkenswerthe Reciprocitätsverhältniss hingewiesen werden, in welchem die loxodromische Schifffahrt zu derjenigen auf dem grössten Kugelkreise steht; bereits ältere Autoren, wie *Stevin* und *Riccioli*, sahen wir volles Verständniss für die Nothwendigkeit dieses Verhältnisses an den Tag legen. Das Segeln auf der kürzesten Distanz gehört an und für sich allerdings nicht in unser Gebiet, da jedoch, von astronomischen Beobachtungen abgesehen, der Pilot kein anderes Hülfsmittel zur Richtungsbestimmung besitzt, als seinen Compass, so kann auch ein scientifisches Verfahren für die geradlinige Schifffahrt nicht ohne Rücksichtnahme auf die loxodromische ausgebildet werden. *Grunert*, dem die zu seiner Zeit gangbaren Anweisungen für diesen Zweck zu wenig wissenschaftlich erschienen, und der deshalb selbe systematisch zu begründen bemüht war, hebt besonders mit Bestimmtheit hervor, dass absolut strenge Regeln überhaupt nicht existiren könnten: „dass hier überhaupt nur von einer Näherungsmethode die Rede sein kann, versteht sich von selbst, weil ja in der Praxis eine stetige Veränderung des Curses, die das Segeln auf dem grössten Kreise erfordern würde, wenn sich auch ein einfaches theoretisches Gesetz derselben angeben liesse, unmöglich ist, indem der Schiffer immer und unter allen Umständen genöthigt sein wird, einige Zeit lang denselben Curs zu halten, also auf einer Loxodrome zu segeln“ 147). Der Grundgedanke *Grunert's* ist der, die Längendifferenz und damit auch die kürzeste Distanz der beiden Erdorte A und B je in n gleiche Theile zu theilen, unter n eine vorläufig noch unbestimmte ganze Zahl verstanden, zwischen je zwei Theilpunkten des Kreisweges die loxodromischen Strecken $s_{0,1}$, $s_{1,2}$ ... $s_{n-1,n}$ auszuspannen und nun aus der Vergleichung des loxodromischen Gesammtweges

$$S_1 = s_{0,1} + s_{1,2} + \ldots + s_{n-1,n}$$

mit dem Kreiswege

$$S_1 = \arccos(\sin\beta_1 \sin\beta_2 + \cos\beta_1 \cos\beta_2 \cos(\lambda_1 - \lambda_2))$$

einen dem praktischen Bedürfniss genügenden Werth von n abzuleiten, durch dessen Annahme S_1 und S_2 einander hinreichend nahe gebracht werden 148). Man bemerkt unverzüglich, dass der Lösung dieser Aufgabe durch passend eingerichtete Hülfstafeln

beträchtlich vorgearbeitet werden kann, und in der That verzeichnet die Fachliteratur der neuesten Zeit unterschiedliche hierauf abzielende Untersuchungen, unter welchen wir hier nur derjenigen *v. Friesach*'s 149) Erwähnung thun wollen.

Als unerlässliche Consequenz des angedeuteten Näherungsverfahrens stellte sich nun aber diesem Mathematiker die Nothwendigkeit heraus, die Länge eines zwischen den nämlichen Grenzpunkten sich hinziehenden Kreis- und Loxodromenbogens schärfer unter einander zu vergleichen, als es vordem geschehen war; diese keineswegs leichte Aufgabe ist unlängst von ihm in einer selbstständigen kleinen Monographie 150) behandelt und insoweit gelöst worden, als es die Natur des Gegenstandes gestattet. Unter α die loxodromische Distanz zweier Punkte, unter φ die Breite des einen von diesen verstanden, kann man den Differentialquotienten $\frac{d\alpha}{d\varphi}$ gleich Null setzen und aus dieser Gleichung, sofern sie eine explicite Auflösung gestattet, die innerhalb jenes Bereiches möglichen Maxima und Minima entnehmen. Ersteres ist nun freilich nicht der Fall, jedoch gelingt es auf indirektem Wege festzustellen 151), dass sämmtliche Maxima in der höchst merkwürdigen Formel

$$\frac{\delta}{D}\sqrt{\pi^2 + D^2}$$

enthalten sind, wo δ die Breitendifferenz, D aber für den sphärischen Weg β den Ausdruck

$$\log \frac{1 + \cos \frac{\beta - \delta}{2}}{\sin \frac{\beta - \delta}{2}} - \log \frac{1 + \cos \frac{\beta + \delta}{2}}{\sin \frac{\beta + \delta}{2}}$$

bedeutet; auch die kleinsten Werthe lassen sich hiernach angeben. Mit der Angabe dieser Extreme ist aber *v. Friesach*'s Forderung erfüllt, und Alles Weitere kann einer blossen Interpolation überlassen bleiben.

§. 17. Gleichgültig für jene Gattung von Fragen, durch welche man auf das Studium der Loxodromie erstmalig hingeleitet wurde, dafür jedoch theoretisch anziehend ist es, solche Curven auch auf anderweiten Rotationsflächen zu verfolgen. Halten wir jedoch auf diesem Felde Umschau, so ist die Ausbeute nicht eben gross, und wenige Worte werden ausreichen, unsere Zusammen-

stellung auch nach dieser Richtung hin zu vollenden. In erster Linie wird hier natürlich an die Cylinder-Loxodrome zu denken sein, an die gewöhnliche Schraubenlinie. Nach freilich sehr unverbürgten Nachrichten 152) stammt deren Kenntniss von *Archytas*; jedenfalls hat *Archimedes* dieselbe gekannt und *Pappus* sowohl geometrisch 153) als auch mechanisch 154) deren Eigenschaften untersucht. Späterhin hat sich besonders der Marchese *Guidubaldo del Monte* 155) mit ihr beschäftigt und schon in verhältnissmässig sehr früher Zeit war man mit der Theorie der Schraubencurve völlig im Reinen. Was die Kegel-Loxodrome angeht, so scheinen dahin zielende Ideen sich ebenfalls erstmalig in der „mathematica collectio" des *Pappus* vorzufinden 156). Den speziellen Fall einer „Loxodrome auf dem gleichseitigen Kegel"*) hat *Kästner* in seiner mehrfach angezogenen Studie abgehandelt 157); er stellt ihre Gleichung auf und beweist die Wahrheit, dass ebenso wie bei der Kugel die stereographische, so hier die orthographische Projektion der Curve auf die Basis eine logarithmische Spirale liefert. Die Rektifikation dieser Linie scheint zuerst von *Dienger* 158) angegeben worden zu sein. Unlängst endlich hat *Enneper* die Frage von Neuem vorgenommen und die reichhaltigen Hülfsmittel der modernen analytischen Geometrie hiebei zur Anwendung gebracht 159).

Mit dem ganz allgemeinen Falle einer Rotationsfläche hatten sich, wie wir sahen, *Walz* und *Kästner* beschäftigt und denselben auch soweit gefördert, dass selbst die neuere Zeit ihren Ergebnissen nichts Wesentliches hinzuzusetzen fand. Die Differentialgleichung der Loxodrome findet man in einfacherer Art hergeleitet und unter gewissen Bedingungen integrirt, in dem klassischen Werke von *Joachimsthal* 160). Alles aber, was sich über den Gegenstand unter den gegenwärtigen veränderten Verhältnissen sagen lässt, wird man in der grossen und umfassend angelegten Arbeit *Biehringer*'s antreffen. Derselbe beginnt damit, die Projektionsgleichungen für solche Curven auf Rotationsflächen aufzustellen, bei welchen das längs der Curve verschobene Elementardreieck nicht lediglich sich selbst ähnlich bleibt, sondern nach

*) Das Wort „gleichseitiger Kegel" weist nicht etwa, wie diess neuerdings üblich wird, auf einen Axenwinkel von 60° hin, sondern bedeutet einfach den geraden im Gegensatz zum schiefen Kegel, welch' letzterer damals ein Lieblingsgegenstand für analytische Arbeiten war.

einem bestimmten vorgegebenen Gesetze variirt 161): er generalisirt also die übliche Fassung des loxodromischen Problems in bemerkenswerther Weise. In weiteren Verlaufe werden diejenigen Curven diskutirt, welche unter dem Einfluss verschiedener Impulse durch ein auf der Fläche verharrendes Mobil beschrieben werden; die Fälle, in welchen diese Curven loxodromisch ausfallen oder nicht, werden unterschieden, und so stellt sich beispielsweise die für die *Escher-Desor*'sche Föhntheorie in negativem Sinne wichtige Thatsache heraus 162), dass die Bahn der Stürme auf der rotirenden Erde keine Loxodrome ist. Die dritte Abtheilung hat es speciell mit den „Schifffahrtscurven" zu thun, welche dann, wenn ausser einem constanten Winde gar kein weiterer Bewegungsantrieb existirt, in gewöhnliche Loxodromen degeneriren 163). Gewiss bietet das von *Biehringer* cultivirte Gebiet auch für die Zukunft noch manche Ausbeute, und besonders bei der immer entschiedener auftretenden Annäherung der Meteorologie an die Mathematik wird sich Gelegenheit zu weiteren Fortschritten in dieser Richtung ergeben; ähneln doch, um nur eines naheliegenden Beispieles zu erwähnen, die einem fixen barometrischen Minimum zugewandten Windcurse nach *Buys-Ballot*'s Gesetz insoferne gar sehr den Loxodromen, als sie ebenso 164) in unendlich vielen Windungen um jenen Minimalpunkt als Pol sich herumlegen.

Wir sind zu Ende. Die loxodromisch-nautische Praxis mag in einzelnen Punkten noch mancher Vervollkommnung bedürftig und fähig sein, der loxodromischen Theorie durch Verbesserung der Untersuchungsmethoden und Verallgemeinerung der ursprünglichen Grundlage noch manche dem Mathematiker werthvolle Bereicherung erwachsen — die Grundzüge des Ganzen werden durch solche Fortschritte in keiner Weise mehr erschüttert oder verändert werden. Diese Erwägung hat uns bestimmt, den im Laufe seiner natürlichen Entwickelung von selbst zu einer gewissen Vollendung gelangten Gegenstand geschichtlich zu skizziren, und wir hoffen damit keine unnütze Arbeit gethan zu haben.

---

1) *H. Martin*, Observations et théories des anciens sur les attractions et les répulsions magnétiques et sur les attractions électriques, Rome 1865. S. 11.

2) *Johann Leonhard Rosten*'s astronomisches Handbuch, neue Auflage von *Kordenbusch*, 1. Band, Nürnberg 1771. S. 25.

3) *Peschel-Ruge*, Geschichte der Erdkunde bis auf *Alexander v. Humboldt* und *Carl Ritter*, München 1877. S. 205.

4) *Raymundi Lulli* Opera, Argentorati 1651. S. 553.

5) *Ausserer*, Geschichte der Magnetnadel, Troppau 1876.

6) *A. v. Humboldt*, Kritische Untersuchungen über die historische Entwickelung der geographischen Kenntnisse von der neuen Welt und der Fortschritte der nautischen Astronomie im 15. und 16. Jahrhundert, deutsch von *Ideler*, 1. Band, Berlin 1852. S. 31.

7) Ibid. 1. Band, S. 239.

8) Ibid. 3. Band, S. 119.

9) *Peschel-Ruge*, S. 208.

10) Ibid. S. 216.

11) *Röhl*, Einleitung in die astronomischen Wissenschaften, 2. Theil, Greifswald 1779. S. 318.

12) *Martin Cortes*, Breve compendio de la sphera y de la arte de navegar, con nuevos instrumentos y reglas, exemplificado con muy subtiles demonstraciones, Sevilla 1556. Bl. 67, 1.

13) *Pedro de Medina*, Arte de navegar en que se contienen todas las Reglas, Declaracions, Secretos y Avisos, q̃ a la buena navigacio son necessarios, y se deven saber, Valladolid 1545. Bl. 30, 1.

14) *Peschel-Ruge*, S. 220.

15) *Raymundus Lullus*, S. 550.

16) *Günther*, Der Martologio, eine nautische Rechnungsregel des Mittelalters, (Erscheint i. d. „Geogr. Rundschau").

17) *Röhl*, S. 27.

18) *Toaldo*, Saggi di studi Veneti, In Venezia 1782. S. 41.

19) Ibid. S. 43 ff.

20) Ibid. S. 48.

21) Ibid. S. 53 ff.

22) *A. v. Humboldt*, 3. Band, S. 95.

23) *Toaldo*, S. 55.

24) Ibid. S. 60 ff.

25) *Chasles*, Geschichte der Geometrie, deutsch von *Sohncke*, Halle 1839. S. 571.

26) Ibid. S. 136.

27) *Garção-Stockler,* Ensaio historico sobre a origem e progressos das mathematicas em Portugal, Pariz 1819. S. 29 ff.

28) Ibid. S. 140.

29) *Petri Nonii Salaciensis* Opera, Basileae 1566.

30) Ibid. S. 158.

31) *Baltzer,* Die Elemente der Mathematik, 2. Band, Leipzig 1870. S. 187.

32) *Jacoli,* Evangelista Torricelli ed il metodo delle tangente detto metodo di Roberval, Bullet. delle scienze mat. e fis., Tomo VIII. S. 265 ff.

33) *Nonius,* S. 164.

34) Ibid. S. 187.

35) *Kästner,* Geschichte der Mathematik, 2. Band, Göttingen 1797. S. 374 ff.

36) *Quetelet,* Histoire des sciences mathématiques et physiques chez les Belges, Bruxelles 1871. S. 163 ff.

37) Les oeuvres mathématiques de Simon Stevin de Bruges, Le tout reveu, corrigé et augmenté par *Albert Girard,* A Leyde 1634. S. 142.

38) Ibid. S. 145.

39) *Kästner,* Weitere Ausführung der mathematischen Geographie, besonders mit Rücksicht auf die sphäroidische Gestalt der Erde, Göttingen 1795. S. 422. *)

40) *Stevin,* S. 147.

41) *Schanz,* Der Kardinal Nikolaus von Cusa als Mathematiker, Rottweil 1872. S. 22.

42) *Stevin,* S. 162.

43) *Vosterman van Oyen,* Quelques arpenteurs hollandais de la fin du XVIme et du commencement du XVIIme siècle et leurs instruments, Rome 1870. S. 31.

44) *Wolf,* Geschichte der Astronomie, München 1877. S. 286 ff.

45) *Breusing, Gerhard Kremer,* genannt *Mercator,* der deutsche Geograph, Duisburg 1869. S. 13 ff.

46) Ibid. S. 57.

47) *Mollweide,* Berichtigung einer Stelle in den neuen Allgemeinen geograph. Ephemeriden, Monatl. Corresp. z. Beförder. d. Erd- u. Himmelskunde, 14. Band, S. 489 ff.

*) Künftig schlechthin: *Kästner.*

48) *Peschel-Ruge,* S. 412.

49) *Wright,* Certain errors in navigation detected and corrected, London 1599.

50) Ibid. Cap. IV.

51) *Kästner,* S. 350.

52) *Curtze,* Reliquiae Copernicanae, Zeitschr. f. Math. u. Phys., 20. Jahrg., S. 282.

53) *Stevin,* S. 166.

54) Ibid. S. 168.

55) *Hues,* Tractatus de globis coelestibus et terrestribus, Francofurti (ohne Jahreszahl).

56) *Snellius,* Tiphys Batavus, sive Histiodromice, de navium cursibus, et re navali, Lugduni Batavorum 1624. S. 17.

57) Ibid. S. 20.

58) Ibid. S. 23.

59) Ibid. S. 25.

60) *Kästner,* S. 380.

61) *Snellius,* S. 31.

62) Ibid. S. 10 ff.

63) Ibid. S. 42.

64) Ibid. S. 54.

65) Ibid. S. 63 ff.

66) *Bruhns-Wiedemann, Alexander von Humboldt.* Eine wissenschaftliche Biographie, 3. Band, Leipzig 1872. S. 61.

67) *Snellius,* S. 83.

68) *Bouguer,* Nouveau Traité de Navigation contenant la Théorie et la Pratique du Pilotage, A Paris 1753. S. 119.

69) *Alstedius,* Encyclopaedia, Herbornae 1630. Lib. III, sect. 7; Lib. XXX, sect. 6.

70) *Herigone,* Cursus Mathematicus, Tome IV., A Paris 1644. S. 433 ff.

71) *Fournier,* Hydrographie, A Paris 1643. S. 675 ff.

72) *Varenius,* Geographia generalis, Amstelodami 1650. S. 717 ff.

73) *Deschales,* Mundus Mathematicus, Tomus III., Lugduni 1690. S. 315 ff.

74) *Riccioli,* Geographiae et Hydrographiae reformatae nuper recognitae et auctae libri duodecim, Venetiis 1672. S. 466.

75) Ibid. S. 467.

76) *Bouguer,* S. 120.

77) *Leibnitz,* Quadratura arithmetica communis sectionum conicarum quae centrum habent, indeque ducta trigonometria canonica ad quantamcunque in numeris exactitudinem a tabularum necessitate liberata: cum usu spirali ad lineam rhomborum nauticam, aptatumque illi planisphaerium, Acta Erud. Lips. 1691, S. 181 ff.

78) *Studnička, A. Cauchy* als formaler Begründer der Determinantentheorie, Prag 1876. S. 12.

79) *J. Bernoulli,* Specimen alterum calculi differentialis in dimetienda spirali logarithmica, loxodromia nautarum, et areis triangulorum sphaericorum: una cum additamento quodam ad problema funicularium, aliisque, Acta Erudit. Lips. 1791, S. 283 ff.

80) Ibid. S. 287.

81) *Jacobi Bernoulli,* Basileensis, Opera, Tomus II., Genevae 1744. S. 855 ff.

82) Id., Circinus proportionum nauticus, Acta Erud. Lips. 1699, S. 91 ff.

83) *Kästner,* S. 434.

84) *Jean Bernoulli,* Essai d'une nouvelle théorie de la manoeuvre des vaisseaux, Bâle 1714.

85) Des vollständigen mathematischen Lexikons zweiter Theil, Leipzig 1742. 2. Abschnitt, S. 90.

86) *Euler,* Théorie complète de la construction et de la manoeuvre des vaisseaux, St. Pétersbourg 1773. II. cap. 5; cap. 8. III. cap. 4; cap. 5.

87) *Wolf,* Elementa matheseos universae, Tom. IV., Halae 1738. cap. 11; cap. 13.

88) Ibid. S. 87 ff.

89) Math. Lexikon, 2. Theil, 2. Abschnitt, S. 439.

90) *Halley,* An Easie Demonstration of the Analogy of the Logarithmick Tangents to the Meridian Line or sum of the Secants: with various Methods for computing the same to the utmost Exactness, Philos. Transactions, Vol. XIX. S. 202.

91) *Jac. Gregorius,* Exercitationes geometricae, Oxoniae 1694. S. 429 ff.

92) *Wallis,* De Algebra Tractatus historicus et practicus, Oxoniae 1694, S. 429 ff.

93) Id., De Secantium collectione, veraque Meridianorum divisione in Charta Nautica, Philos. Transactions, Vol. XV. S. 140.

94) *Wallis,* Algebra, S. 433.

95) Ibid. S. 435 ff.

96) *Halley*, S. 204.

97) *Chasles*, S. 137.

98) *Jacobi Bernoulli* Opera, Tomus II., S. 859.

99) *Moore*; A Mathematical Compendium, or, Usefnl Practices in Arithmetik, Geometry etc., London 1664. (D).

100) Ibid. S. 99.

101) *Cotes*, Logometria, Philos. Transactions, Vol. XXIX. S. 23.

102) *Perks*, An easy Mechanical Way, to divide the Nautical Meridian Line in *Mercator*'s Projection; with an Account of the same Meridian Line to the Curva Catenaria, ibid. Vol. XXIX. S. 331 ff.

103) Ibid. S. 339.

104) *Kästner*, Gesch. d. Math., 4. Band, Göttingen 1800. S. 3.

105) *Walz*, Disquisitio de curva loxodromica in superficie solidi cujuscunque, rotatione curvae circa axem suam geniti, praesertim vero sphaeroidis elliptici, quale veram globi terraeque figuram refert, describenda, Nova Acta Erud. Lips. 1741. S. 270 ff.

106) Ibid. S. 272.

107) Oeuvres de *Mr. de Maupertuis*, Nouvelle Edition corrigée et augmentée, Tome IV., A Lyon 1756. S. 276 ff.

108) Ibid. S. 182.

109) *Maclaurin*, A Treatise of Fluxions, Vol. II., Edinburgh 1742. S. 719.

110) Ibid. S. 721.

111) *Murdoch*, Nouvelles tables loxodromiques, ou, application de la théorie de la véritable figure de la terre à la construction de cartes marines, trad. de *Mr. de Brémord*, A Paris 1742.

112) *Kästner*, S. 391 ff.

113) *Mollweide*, S. 490.

114) *Simpson*, The Doctrine and Application of Fluxions, containing a Number of New Improvements in the Theory, Part II, London 1750. S. 540.

115) *Schubert*, De cursu navis in sphaeroide elliptico, Nova Acta scient. acad. imper. Petropol., Tomus VIII., S. 140.

116) *Kästner*, S. 321 ff.

117) Ibid. S. 329.

118) Ibid. S. 343.

119) Ibid. S. 382.

120) Ibid. S. 418.

121) Ibid. S. 427.

122) *Kaschub*, Cursus Mathematicus, oder deutlicher Begriff der mathematischen Wissenschaften, Jena 1718. S. 483 ff.

123) Ibid. S. 505 ff.

124) Ibid. S. 511.

125) *Bouguer*, S. 112.

126) Ibid. S. 130.

127) Ibid. S. 326 ff.

128) Ibid. S. 434 ff.

129) *J. H. van Swinden*'s Elemente der Geometrie, aus dem Holländischen übersetzt und vermehrt von *C. F. A. Jacobi*, Jena 1834. S. 282.

130) *Robertson*, The Elements of Navigation, containing the Theory and Practice with all the necessary tables, Vol. I., London 1754. S. 235.

131) Ibid. Vol. II., S. 365.

132) Ibid. S. 419 ff.

133) *Th. Mayer*, Anweisung zur Verzeichnung der Land-, See- und Himmelskarten, Erlangen 1794. S. 320 ff.

134) *v. Littrow*, Chorographie, oder Anleitung, alle Arten von Land-, See- und Himmelskarten zu verfertigen, Wien 1833. S. 151 ff.

135) *Brandes*, Höhere Geometrie, 2. Theil, Breslau 1820. S. 240.

136) *Gudermann*, Grundriss der analytischen Sphärik, Köln 1830. S. 47.

137) Id., Die loxodromische Linie und ihr merkwürdiger Zusammenhang mit der sphärischen Kettenlinie, Journal f. d. reine u. angew. Mathem., 11. Band, S. 394 ff.

138) *Verdam*, Dissertatio astronomica de linea loxodromica Gouda 1846.

139) *Grunert*, Loxodromische Trigonometrie. Ein Beitrag zur Nautik, Leipzig 1849. S. V.

140) Ibid. S. 18.

141) Ibid. S. 37.

142) Id., Der Flächeninhalt loxodromischer Dreiecke auf der Oberfläche eines durch Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe entstandenen Sphäroides, Archiv d. Math. u. Phys. 27. Theil, S. 158.

143) *Plagemann*, Theorie der loxodromischen Linien auf dem Ellipsoid und auf der Kugel, ibid. 32. Theil, S. 1 ff.

144) Ibid. S. 17.

145) Ibid. S. 59.

146) *Baehr*, Notice sur quelques formules qui peuvent être utiles dans la théorie des surfaces courbes, ibid. 32. Theil, S. 224.

147) *Grunert*, Ueber die Schifffahrt auf dem grössten Kreise. Ein Beitrag zur Nautik, ibid. 32. Theil, S. 306 ff.

148) Ibid. S. 317.

149) *v. Friesach*, Beschreibung einer Tabelle zur Erleichterung der Schifffahrt auf dem grössten Kreise, Wiener Denkschriften LIII, 2. Abtheil. S. 258 ff.

150) Id., Ueber das Verhältniss des loxodromischen Weges zum sphärischen, Graz 1876.

151) Ibid. S. 12.

152) *Poppe*, Ausführliche Geschichte der Anwendung aller krummen Linien in mechanischen Künsten und in der Architektur, Nürnberg 1802. S. 111.

153) *Chasles*, S. 27.

154) *Kästner*, Gesch. d. Math., 2. Band, Göttingen 1797. S. 94.

155) *Guidi Ubaldi de Marchionibus Montis*, De cochlea libri quatuor, Venetiis 1615.

156) *Kästner*, Gesch. d. Math., 2. Band, S. 88.

157) *Kästner*, S. 335 ff.

158) *Dienger*, Bestimmung der Länge der auf einen Kegel gewickelten Schraubenlinie, Archiv d. Math. u. Phys., 16. Theil, S. 454 ff.

159) *Enneper*, Ueber Loxodromen der Kegelflächen, Göttinger Nachrichten 1869. N. 459.

160) *Joachimsthal*, Anwendung der Differential- und Integralrechnung auf die allgemeine Theorie der Flächen und der Linien doppelter Krümmung, Leipzig 1872. S. 82 ff.

161) *Biehringer*, Ueber Curven auf Rotationsflächen, Zeitschr. f. Math. u. Phys. 18. Jahrg., S. 552.

162) Ibid. S. 585 ff.

163) Ibid. 21. Jahrg., S. 151 ff.

164) *van Bebber*, die moderne Witterungskunde, Prag 1878. S. 13.

Namen-Index.

Albrecht 292.
Alstedius 362.
Apian 344.
Archimedes 397.
Archytas 397.
Ausserer 344.

Baehr 394.
Bernoulli (Jacob) 376. 368. 372. 383. 375.
Bernoulli (Johann) 368.
Biehringer 397. 398.
Bierens de Haan 398.
Bobrik 392.
Bomie 376.
Bon 363.
Bond 370.
Bouguer 362. 363. 387. 289. 390.
Brandes 392.
Breusing 350. 351.
Buys-Ballot 398.

Cassini 379.
Charles 341.
Collins 377.
Cooke 334.
Copernicus 352.
Cotes 375.
Cramer 374.

Deschales 362.
Desor 398.
Dienger 397.

Emsmann 348.
Enneper 397.
Escher 398.
Euclides 389.
Euler 368. 383.

Flavius 334.
Fournier 362.
v. Friesach 396.

Garcão-Stockler 341. 352.
Gilbert 355.
Girard 349. 354.
Goa (Gioja) 334.
Goethals 345.
Granvella 350.
Gregory 370.
Grunert 393. 395.
Gudermann 392. 394.
Guidubaldo del Monte 397.
Guyot de Provins 334. 342.

Halley 370. 372. 373. 373. 375. 380. 388.
Harriot 355.
Herigone 362.
Herwart von Hohenburg 334.
Hooke 372.
Hues 355.
v. Humboldt 335. 360.
Huygens 376.

Jansson 351.
Joachimsthal 397.

Kästner 344. 346. 357. 368. 381. 384. 385. 397.
Kaschub 386.
Kekermann 334.
Kendall 355.
Kordenbusch 334.
Kraft 334.

Leibnitz 363. 364. 366. 367. 376.
Levinus Lemnius 335.
v. Littrow 391.
Lowitz 385.
Lullus (Raymundus) 334. 337.

Maclaurin 381. 382.
Marco Polo (Paul Venetus) 334.
Maupertuis 379. 380.
Maurolycus 352.
Maury 391.
Mayer 391.
Mercator (Gerhardt) 346. 349. 350. 351. 355. 363. 366. 371. 374. 375. 381. 387. 388. 391.
Mercator (Nikolaus) 370.
Metius 363.
Mollweide 351. 382.
Moore 372.
Moritz (von Oranien) 345.
Murdoch 381. 382.

Neckam 334.
Newton 369. 376. 384.
Nikolaus Cusanus 348.
Norwood 370.
Nunez (Nonius) 336. 341. 342. 344. 345. 348. 349. 352. 353. 364.

Ougthred 371.

Pappus 397.
Paugger 392.
Pancirolus 334.
Perks 375. 376. 392.
Perrault 375.
Peschel 335. 337. 351.
Pineda 334.
Philander 334.
Plagemann 393. 394.
Pouchet 334.

Quetelet 345.

Regiomontanus 340.
Rheticus 352.
Riccioli 362. 363. 386. 395.
Richer 376.
Robertson 389. 390.
Roberval 342.
Röhl 336. 338.
Rümker 392.
Ruge 337.

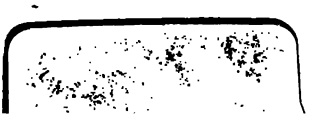
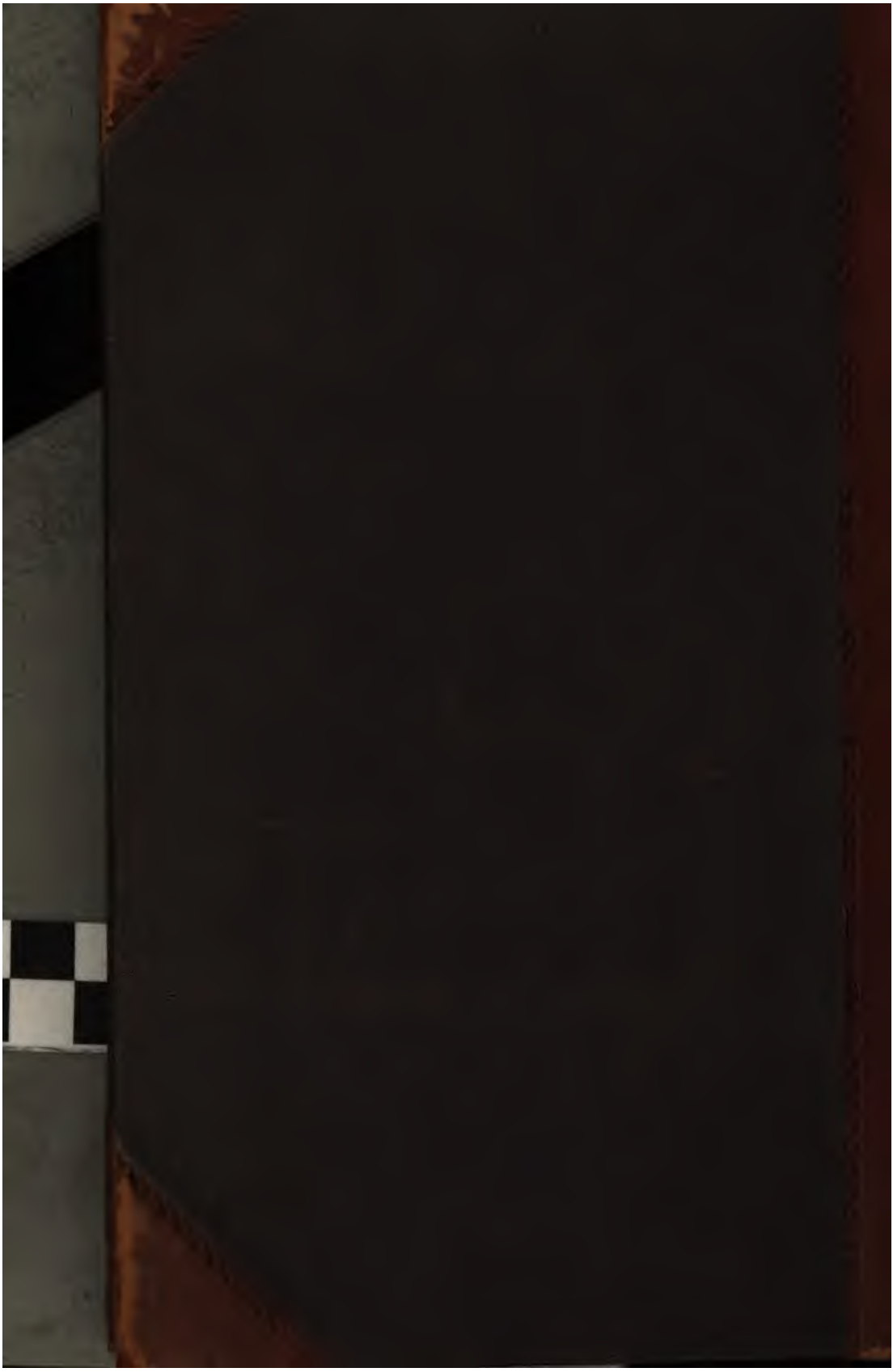
Schlagintweit 375.
Schubert 383. 384.
Simson 381. 382. 383.
Snellius 349. 354. 355. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 367.
Steichen 345.
Stevin 345. 346. 348. 349. 351. 354. 355. 358. 360. 363. 364. 395.
Strutt 334.

Toaldo 337. 338. 339. 340.
Torelli 389.
Torricelli 342.

Van de Weyer 349.
Van Swinden 389.
Varenius 362.
Verdam 392.
Vierow 392.
Vitruvius 334.

Wallis 370. 371. 372. 375. 385.
Walz 376. 377. 378. 397.
Wolf 357. 368. 369. 386.
Wright 346. 351. 352. 355. 370. 371. 373. 375. 382.

Berichtigungen.

S. 340 Z. 19 v. u. statt 59 lies 58.
In Fig. 13 statt a lies *n*.
Zu S. 17 sind noch nachzutragen die Arbeiten von *Grebe* und *Boyman* im 2. und 18. Bande des Grunert'schen Archivs.

Halle, Druck von E. Karras.